LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES BASADA EN PROYECTOS

Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula

Alma Adrianna Gómez Galindo
Mario Quintanilla Gatica
Editores

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Cinvestav
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

CONICYT
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

GRECIA
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Pontificia Universidad Católica de Chile

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES BASADA EN PROYECTOS

Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula

Alma Adrianna Gómez Galindo - Mario Quintanilla Gatica
Editores

Autores

Andrés Amenábar Figueroa, María Verónica Astroza Ibáñez, Rocío Guadalupe Balderas Robledo, José Luis Blancas Hernández, Diego Caraballo, Ricardo de la Fuente Olivares, Martín Dodes Traian, Alejandra García Franco, José Baltzar García Horta, Alma Adrianna Gómez Galindo, María Teresa Guerra Ramos, Marcos Imberti, Carol Joglar Campos, Catalina Lorenzo Tapia, Elsa Meinardi, Cristián Merino Rubilar, Mario Quintanilla Gatica, Waldo Quiroz Venegas, Yei Rentería Guzmán, Núria Solsona Pairó, Jorge Sztrajman, José de la Cruz Torres Frías

CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Cinvestav Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
CONICYT Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
BellaTerra Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia
GRECIA Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales
Pontificia Universidad Católica de Chile

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES BASADA EN PROYECTOS

Qué es un proyecto y cómo trabajarlo en el aula

Proyecto CONACYT - México, SEP-SEB 2012. N° 189439, "El Trabajo por Proyectos en Ciencias Naturales en Educación Primaria: Análisis del estado actual y propuestas para su enriquecimiento".

Proyecto CONICYT-COLCIENCIAS PCCI 130073, "Caracterización de un modelo de formación continua de profesores de ciencias naturales con base en la promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Su aporte teórico y metodológico al mejoramiento de la educación científica en Chile y Colombia".

Santiago de Chile, 2015

Director de la Colección: Mario Quintanilla Gatica
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Grecia).
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia

Editores del volumen:
© Alma Adrianna Gómez Galindo - Mario Quintanilla Gatica

GRECIA - Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia
CINVESTAV - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
del Instituto Politécnico Nacional - México
BELLATERRA Ltda.

Campus San Joaquín – Avda. Vicuña Mackenna 4860, Macul,
Santiago de Chile. Teléfono (56)-(2) 2686 5379
www.laboratoriogrecia.cl

1ª edición: Octubre de 2015
N° de Inscripción Propiedad Intelectual: 258841
ISBN: 978-956-362-061-0
ISBN Obra Completa: 978-956-353-408-5

Editorial Bellaterra Ltda.

Edición al cuidado de María Eugenia Pino Q.
Diseño de cubierta, texto y diagramación: María Eugenia Pino Q.
Impresión: ANDROS Impresores

Impreso en Santiago de Chile

Para fines comerciales, quedan rigurosamente prohibidas, bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de ésta por cualquier medio, tanto si es electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Si necesita fotocopiar o escanear fragmentos de esta obra, diríjase a: adriannagomez@yahoo.com - mariorqg@gmail.com

Agradecimientos

Al Conacyt México, por su apoyo a través del proyecto 189439, "El trabajo por proyectos en ciencias naturales en educación primaria: análisis del estado actual y propuestas para su enriquecimiento".

Al proyecto CONICYT-COLCIENCIAS PCCI 130073, "Caracterización de un modelo de formación continua de profesores de ciencias naturales con base en la promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Su aporte teórico y metodológico al mejoramiento de la educación científica en Chile y Colombia".

A los y las alumnas, docentes y directivos que participaron en las actividades aquí reseñadas, ya que sin su apoyo y participación este libro no hubiera sido posible.

A la Red Latinoamericana de Investigadores/as en Didáctica de las Ciencias (REDLAD), que ha soportado en múltiples ocasiones la colaboración internacional, que resulta en la producción de textos como el que ahora entregamos a la comunidad.

Índice

PRESENTACIÓN 9

Capítulo 1 13

DE LA PEDAGOGÍA POR PROYECTOS A LA ESTRATEGIA DE PROYECTOS: CONTINUIDAD Y CAMBIO

Elsa Meinardi, Jorge Sztrajman

Capítulo 2 33

¿QUÉ SE ENTIENDE POR TRABAJO POR PROYECTOS?

Una reflexión desde las versiones, a veces disímiles, de diversos actores: Literatura, currículum, profesorado y alumnado

Alma Adrianna Gómez Galindo, Rocío Guadalupe Balderas Robledo

Capítulo 3 45

LA GESTIÓN DE LA PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO EN CLASE DE QUÍMICA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

José Luis Blancas Hernández

Capítulo 4 71

QUÍMICA EN CONTEXTO CULINARIO

Núria Solsona Pairó

Capítulo 5 99

LOMBRICES A LA ESCUELA

Un proyecto científico para el aprendizaje situado de temas de biología en Educación Secundaria

María Teresa Guerra Ramos, Rocío Guadalupe Balderas Robledo, Yei Rentería Guzmán, José Baltazar García Horta, José de la Cruz Torres Frías

Capítulo 6 125

ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS ECOSANITARIAS BARRIALES

Proyecto para la construcción de una perspectiva crítica

Diego Caraballo, Martín Dodes, Marcos Imberti, Elsa Meinardi

Capítulo 7 155

LA MILPA COMO PROYECTO DIDÁCTICO

Alejandra García Franco

Capítulo 8 173

INDAGAR Y MODELIZAR EL TRANSPORTE CELULAR A TRAVÉS DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Una experiencia en Chile

Mario Quintanilla Gatica, Ricardo de la Fuente Olivares, María Verónica Astroza Ibáñez, Catalina Lorenzo Tapia, Carol Joglar Campos

Capítulo 9 199

TODOS PUEDEN INVESTIGAR

Aprendiendo a desarrollar proyectos con estudiantes de Educación Secundaria

Andrés Amenábar Figueroa, Cristián Merino Rubilar, Waldo Quiroz Venegas

Los Autores 221

Presentación

Hace ya algún tiempo que teníamos pensado orientar nuestros esfuerzos a la producción de un material como el que ahora tienes en tus manos. Es uno de los productos generados a luz de las directrices epistemológicas y metodológicas que orientan el trabajo de generación de propuestas para el aula, sustentadas teóricamente y claramente contextualizadas, que aportan al desarrollo personal y comunitario para América Latina. Estos se han generado en el marco de la Red Latinoamericana de Investigadores/as en Didáctica de las Ciencias (REDLAD) y de los proyectos financiados por agencias nacionales e internacionales como el CONACYT (México) y CONICYT (Chile), que, en este caso, se materializan en la presente obra sobre el Trabajo por Proyectos en el aula de ciencias.

Su finalidad, por cierto, en relación a los proyectos mencionados, es contribuir a la reflexión en torno a qué significa trabajar por proyectos en ciencias, así como presentar ejemplos significativos de dicha forma de trabajo en el aula dirigidos a los diferentes niveles educativos e incorporando visiones de actualidad: género, diversidad cultural, entorno vulnerable e indagación científica.

Con el ánimo de valorar el trabajo de nuestros compañeros y compañeras que colaboran en la REDLAD y construyendo programas de investigación internacional, es nuestro deber destacar que los valiosos materiales contenidos en el libro, trascienden la acción meramente instrumental u operativa, para convertirse en un valioso estímulo, aunque discreto e inacabado, para la reflexión y el estudio teórico sobre las intervenciones en el aula y lo que se pretende al enseñar ciencias.

Los capítulos recogen el espíritu de nuestras investigaciones y abordan con creatividad y discreción una temática de gran actualidad e importancia práctica como lo es el trabajo docente basado en proyectos en el aula de ciencias. Se sitúan en un terreno donde, ciertamente, muchos aspectos teóricos deben ser aún esclarecidos, pero que resultan de gran interés considerar, generando desafíos educativos para la iniciativa, la innovación y, en suma, la actividad científica escolar del profesorado y estudiantado.

Los temas que se abordan son variados, contextualizados en realidades locales y, como se verá, bajo premisas teóricas diversas, pero centradas en la actividad del alumnado. Lo anterior, debido a que el trabajo por proyectos presenta una

diversidad de versiones que se concretizan en una variedad de puestas en el aula, lo cual constituye buena parte de su riqueza y originalidad. En cada uno de los capítulos se advierte y suma una coincidencia hacia la promoción de la actividad independiente de los estudiantes, hacia la búsqueda reflexiva, la toma de conciencia y la elaboración creativa de ideas, puntos de vista, materiales y recursos, con una mirada a la comunidad y al saber científico. La solución y re-solución de problemas en el aula de ciencias, se constituye así en el eje vertebrador de cada proyecto así definido, con lo cual se genera de manera sistemática y permanente el principal estímulo para el profesor, es decir, orientar el pensamiento científico de los estudiantes, hacia niveles superiores competenciales tales como la argumentación, la explicación y la justificación de las ideas y explicaciones de los sujetos que aprenden a interpretar el mundo con teorías mediante procesos cognitivos complejos y únicos, y a comprender e intervenir en su realidad.

Por último, quisiéramos enfatizar que el selecto grupo de personas que se han integrado y han dedicado su tiempo a la elaboración de estos capítulos, son personas sencillas, cuyas convicciones y talentos reside de manera natural en sus 'ethos' de especialistas, investigadores y profesores de diferentes universidades y países. Todos se destacan por el profundo conocimiento en las distintas disciplinas y tópicos que se abordan en el libro. Por tanto, no queda menos que reconocer el hecho de que hayan aportado su esfuerzo y concitado voluntades para poner a nuestra disposición tan importante material educativo, que seguramente trascenderá en el tiempo y contribuirá humildemente a mejorar algunas dimensiones relevantes de la educación científica.

Respecto al contenido del libro

El trabajo por proyectos tiene una historia amplia, tanto en el plano histórico como geográfico, sin embargo, en este libro damos una nueva mirada abordando específicamente esta forma de trabajo en el área de ciencias naturales e incursionando en perspectivas actuales como género, interculturalidad e indagación, entre otras.

Este libro contiene dos secciones, en la primera compuesta de tres capítulos, se observará la diversidad de posturas que el trabajo por proyectos genera, identificando algunos aspectos centrales, como son el papel preponderante del alumnado, la necesidad de un docente gestor de la conversación y de la actividad y la contextualización de las problemáticas abordadas. Se mostrarán también las diversas versiones que entre actores asociados a la educación existen sobre lo que significa trabajar en proyectos, y un ejemplo de gestión de conversación en el aula, destinada a promover la participación de alumnos y alumnas. Esta primera sección nos permite ampliar nuestra visión de lo que significa trabajar por proyectos y da pie a la segunda, en la que presentamos proyectos realizados en Latinoamérica y España, en los que la diversidad de enfoques y visiones sobre lo que es un proyecto y cómo se lleva a cabo en el aula, se enriquece.

En la segunda parte del libro, constituida por seis capítulos, se ejemplifican y discuten algunos proyectos específicos. En esta segunda parte hemos querido mostrar diversos enfoques, formas y niveles de trabajo. El enfoque de género, en el que los saberes femeninos se rescatan, valoran y teorizan en un proyecto de química en la cocina, nos permite imaginar las diversas posibilidades de los proyectos en los que niños y niñas aprenden mucho más que contenidos curriculares asociados a una disciplina científica. Así mismo, el proyecto situado en la milpa de los Me'phaa, considerando una educación basada en la comunidad, nos invita a reflexionar en torno a la inclusión de los saberes del alumnado, sus contextos y sistema de valores, para generar proyectos culturalmente sensibles. En este mismo tenor se presenta un proyecto ecosanitario que sitúa a los proyectos como reales intervenciones en la comunidad, para caracterizar y resolver problemas. Estos tres capítulos muestran una mirada crítica sobre los proyectos y abren una puerta a una forma de trabajo, que si bien está centrada en el/la alumno/a, va mucho más allá, ya que considera su cultura, su ideología y el contexto en que viven, situado en comunidades que comparten una lengua, unos estereotipos y una problemática social.

En esta segunda parte también se encuentran tres capítulos que se traducen en tres posibilidades de integrar una visión de trabajo por proyectos a un enfoque indagatorio, aspecto sustancial en la educación científica. Se encontrará una propuesta para la formación del profesorado considerando la naturaleza de la ciencia, y dos para el desarrollo de habilidades científicas, procesos de indagación semi-dirigida y para la modelización.

Proporcionamos así a los docentes, mediante esta edición, una propuesta educativa orientándolos hacia aspectos de naturaleza teórica y metodológica necesarios para contextualizar los proyectos presentes y retomarlos o plantearse nuevos. No se trata, en el sentido estrictamente lógico, de asumir pasivamente las propuestas ejemplificadas, sino de enfocarlas con una buena dosis de creatividad, realizando los ajustes pertinentes a las condiciones propias y las necesidades de los estudiantes en contextos específicos en que se ha de direccionar la tarea, guiados bajo la 'inteligencia creadora' que demanda su lectura e implementación en la diversidad de nuestras aulas.

Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo
Unidad Monterrey- CINVESTAV
México
Dr. Mario Quintanilla Gatica
Pontificia Universidad Católica de Chile
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia
Director del Laboratorio GRECIA
Chile

Santiago de Chile, noviembre de 2015

Capítulo 1

DE LA PEDAGOGÍA POR PROYECTOS A LA ESTRATEGIA DE PROYECTOS: CONTINUIDAD Y CAMBIO

Elsa Meinardi
Jorge Sztrajman

Contenido

Resumen

1. Introducción

2. Por qué son valiosos los trabajos por proyecto

3. La pedagogía por proyectos

4. La estrategia de proyectos

- *Características de una estrategia de proyectos*
- *Tipos de proyectos*
- *Posibles objetivos del trabajo por proyectos*

5. Etapas de un trabajo por proyectos

- *Primera etapa: Planeación*
- *Segunda etapa: Ejecución del proyecto*
- *Tercera etapa: Evaluación del proyecto*

6. Implicaciones para la práctica docente

7. Proyecciones y conclusiones

Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo presentamos una breve contextualización de la metodología del trabajo por proyectos y algunas de sus características.

Si bien la propuesta de trabajar con proyectos no es nueva, recién a principios del siglo XX, a partir de la obra del educador John Dewey, continuada por su discípulo William Kilpatrick, se constituye en una herramienta en el contexto de una nueva concepción de escuela. El propósito no es menor: se trata de formar un ciudadano para una nueva sociedad. Es, ante todo, una filosofía de la educación que pone en el centro de la enseñanza al alumnado, a través de la acción.

Actualmente, el trabajo por proyectos nos lleva a una importante revisión en el hacer docente que implica reflexionar sobre el para qué de la educación y sobre el rol que debe desempeñar el profesorado en el aula. En este sentido, consideramos que la propuesta puede ser un aporte interesante en relación con los instrumentos innovadores de enseñanza en temas estratégicos para la construcción de múltiples ciudadanías (Meinardi, 2015), con el fin de contribuir con los procesos de inclusión educativa –y, por ende, social– con calidad.

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias es un área en la que se han multiplicado los abordajes, ya que hay un acuerdo básico acerca de la necesidad de que cada ciudadano debe poseer una cultura científica que le permita, por un lado, entender el mundo y la sociedad en la cual está inmerso y, a la vez, interactuar en ellos. La participación en la vida ciudadana requiere cada vez más del manejo de esta formación científica. Así, se hace evidente que mejorar los aprendizajes de los alumnos y alumnas es una necesidad impostergable si consideramos que el propósito fundamental es democratizar el acceso a esta área del conocimiento, lo que les permitirá mejorar su calidad de vida y su acción como ciudadanos (Macedo, Katzkowicz y Quintanilla, 2006).

En este sentido, un desempeño profesional docente que incluya la producción de instrumentos innovadores de enseñanza en temas estratégicos para la construcción de múltiples ciudadanías (Meinardi, 2015) puede ser una herramienta relevante en los procesos de inclusión educativa –y, por ende, social– con calidad. Es sabido que ninguna innovación aislada o por sí sola produce cambios. El aprendizaje puede mejorarse cuando las innovaciones tienen en cuenta no sólo las características de dichas propuestas sino también el diseño pedagógico, el contexto en el que el aprendizaje tiene lugar, las características de los estudiantes, su experiencia previa y la familiaridad con los procesos y tecnologías involucradas.

Según un informe reciente de UNESCO (2011), se torna imperioso ampliar el acceso a las oportunidades de aprendizaje de las poblaciones más desfavorecidas y

disminuir la deserción, mejorando los logros de aprendizaje, para lo cual se vuelve necesario impulsar la reforma de los sistemas educativos. Esto se halla en acuerdo con las experiencias realizadas en algunos países, donde se promueve el trabajo en escuelas exitosas, en particular en contextos de pobreza, las cuales llegan a compartir algunas características tales como: un clima escolar que desarrolla buenas relaciones; una gestión institucional centrada en lo pedagógico; un aprendizaje que se define como el centro de la acción, donde también se evidencia un gran liderazgo directivo y una vinculación y alianzas entre escuelas y familias. Estas escuelas procuran el diseño y la realización de clases motivadoras, que sean cercanas a la vida de los estudiantes para que tengan significado y sentido. De este modo, en ellas se fomenta la retroalimentación, la evaluación y la reflexión comprometida.

Es así que estamos ante un gran desafío educativo, ya que asumir el compromiso de la inclusión educativa sin exclusión de la calidad, atendiendo a las múltiples ciudadanías, en contraposición a una educación reproductora de valores hegemónicos, implica cambios en las prácticas tradicionales de enseñanza. Se trata de generar prácticas educativas en las que el alumnado pueda llegar a capacitarse para reflexionar y actuar sobre su propia vida y la de su colectividad. Según Torres Santomé (2005), para ello es necesario que puedan existir posibilidades reales de poner en cuestión los conocimientos culturales que la escuela valora y exige. Solo en un modelo didáctico capaz de afrontar el reto de formar una persona que pueda actuar sobre su propia vida, el alumnado inconformista puede llegar a tener posibilidades de analizar y comprender el porqué de su inconformismo y, en consecuencia, la institución escolar tiene probabilidades de ser menos reproductora.

Según Haddad y Draxler (2002), la rigidez asociada con la enseñanza tradicional impartida en el aula tiene un costo insospechado para la sociedad: "Los sistemas educativos convencionales ofrecen escasa flexibilidad. […] En el caso de estudiantes provenientes de familias de bajos ingresos, la flexibilidad de las escuelas es aún menor; las escuelas más acomodadas atraen a los mejores docentes, relegando a los menos preparados a las escuelas de zonas pobres y remotas. […] En consecuencia, estos sistemas perpetúan las inequidad social, pierden a excelentes estudiantes víctimas del aburrimiento y aumentan el costo de la educación a través de las altas tasas de abandono y repetición".

Para Torres Santomé (op.cit.), pasar de un modelo tradicional de enseñanza a uno innovador implica:

- Lograr más participación del alumnado, bajo la consideración de que su conocimiento es valioso.

- Generar un ambiente de trabajo más flexible, conducente a la formación de estudiantes cada vez más autónomos.
- Seleccionar contenidos curriculares más conectados con los intereses del colectivo estudiantil y criterios de evaluación más flexibles.
- Tener en cuenta las experiencias del alumnado, que sirvan de referencia para interpretar y comprender los procesos históricos y sociales.
- Implementar metodologías que permitan la toma de decisiones y el ejercicio del consenso/disenso, el pensamiento crítico, la colaboración y la cooperación.

Estas consideraciones, como iremos desarrollando, son completamente consistentes con una metodología de trabajo por proyectos, en la cual el centro de la acción educativa es el alumnado. En este contexto, los problemas que se encaran en un proyecto, tanto al plantearlos como al resolverlos (ya sea de manera aislada o bien en función de un trabajo encadenado en un proyecto), son un estímulo para pensar. Se aprende a medida que se construye el proyecto y este no es una simulación, un "como si", sino una verdadera construcción puesta al servicio de la resolución de una pregunta, de un problema real.

De allí que en este libro se presenta, más que una herramienta didáctica, una perspectiva de trabajo que se halla en acuerdo con los paradigmas actuales en relación con la construcción de conocimiento en ciencias. Una perspectiva que nos lleva a reflexionar profundamente acerca de qué aprendizajes esperamos lograr a partir de aquello que decidimos enseñar.

2. Por qué son valiosos los trabajos por proyecto

Como ya mencionamos, el trabajo por proyectos aporta a la construcción de una propuesta innovadora en educación, en la cual la actividad de los y las estudiantes es el eje para pensar la transformación del aula.

Son muchos los autores y autoras que aluden a la importancia de trabajar con proyectos, ya que, según mencionan:

- Acercan la comprensión de problemas y temas concretos a los intereses y la lógica de los/as estudiantes.
- Permiten mayor flexibilidad para el aprendizaje de cada estudiante ofreciéndole varias entradas y centros de interés.
- Pueden convertirse en motivación inicial para la profundización en los temas.
- Favorecen el trabajo cooperativo.
- Desarrollan la capacidad de resolver problemas concretos.

- Permiten la vinculación entre teoría y práctica y la valoración de la práctica y de la acción en la construcción de los procesos cognitivos.

Al mismo tiempo, y en consonancia con las recomendaciones actuales en didáctica de las ciencias, el trabajo por proyectos implica propuestas que fomentan el aprendizaje y el desarrollo de habilidades que van desde las técnicas a otras de carácter más complejo, como las destrezas y las estrategias.

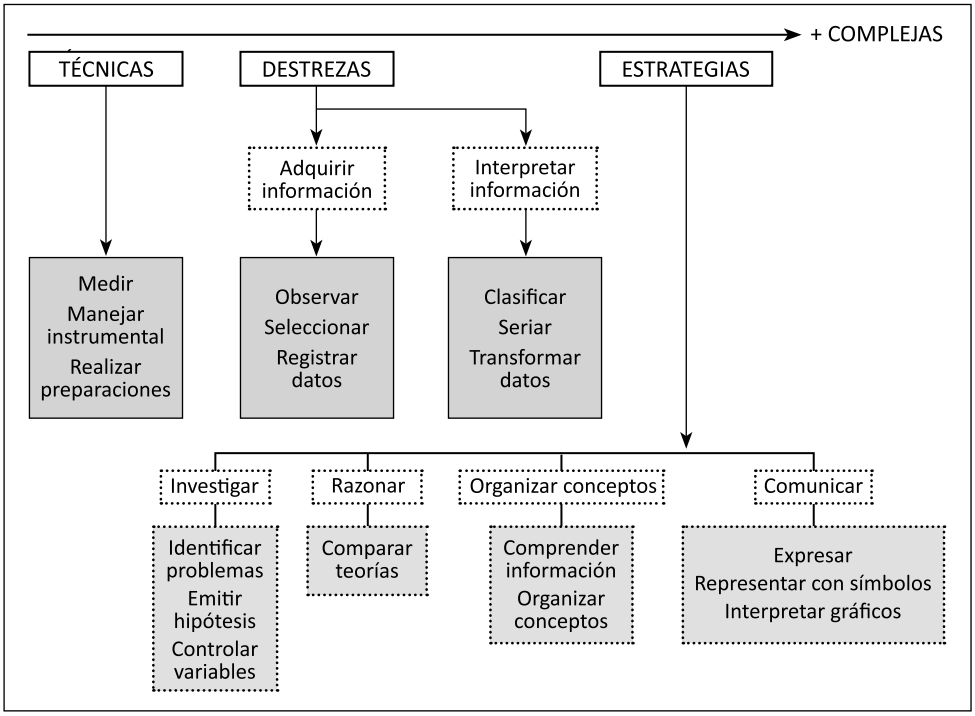


Figura 1. Gradación de procedimientos. Tomado de Jiménez (2003).

Cols (2008) destaca, además, que las experiencias en el trabajo con proyectos, más allá de su sentido didáctico, tienen un valor agregado, y es el de la comunidad que se genera y que se forja a raíz de un trabajo de estas características. Llevarlos a cabo, ponerlos en marcha, implica muchas veces que se creen alianzas solidarias entre los alumnos y las alumnas y otros lazos con la comunidad escolar y extraescolar.

3. La pedagogía por proyectos

Cols (op.cit.) hace un breve recorrido por la historia del uso de proyectos en educación, señalando que se remonta a los siglos XVI y XVII en la formación de arquitectos en las academias de Roma y París. Hacia fines del siglo XIX se produce la llegada de esta metodología a Estados Unidos, donde comienza a emplearse

en el terreno de la ingeniería y de la educación manual, como la carpintería o la cocina. Los proyectos son elaborados en una fase posterior a la instrucción; primero se aprenden conocimientos y habilidades, muchas veces aislados unos de otros, y el proyecto da la posibilidad de realizar un ejercicio de integración de esos aprendizajes. Así llegamos, señala la autora, a un antecedente importante, con la obra de Rufus Stimson (1868-1947) en el campo de la agricultura. Siendo director de una escuela secundaria agrícola de Massachusetts desarrolló, a partir de 1908, un plan de proyectos con dos momentos diferenciados: el de la formación teórica escolar y el de su aplicación práctica en otro espacio. De este modo, los alumnos adquirían la formación teórica en la escuela y luego, en las granjas, realizaban proyectos reales para poner en práctica los conocimientos adquiridos. Posteriormente, este trabajo va a cobrar otra dimensión a partir de los desarrollos de la Escuela Nueva, particularmente de la obra de John Dewey.

Dewey, pedagogo y filósofo de la educación, fue uno de los primeros educadores en plantear la importancia de la participación de los y las estudiantes en el trabajo en el aula. A principios del siglo XX formuló la Pedagogía por proyectos, tomando como modelo de enseñanza el camino que siguen los científicos para la producción de nuevos conocimientos, según el cual el conocimiento es el resultado de intentar dar respuesta a problemas y preguntas. Pensamos realmente, señaló, cuando somos desafiados por un problema que nos estimula a buscar una solución. El aprendizaje tiene lugar cuando, enfrentados a la necesidad de elegir entre cursos alternativos de acción, nos involucramos en la construcción de hipótesis que anticipan las consecuencias de las formas de actuar.

Figura 2. John Dewey (1859-1952).

En la perspectiva del educador, existe una fuerte conexión entre el proceso de pensar y la propia acción. De allí que es necesario aprender haciendo, para lo cual es importante considerar los intereses de los alumnos como puntos de partida para la enseñanza, ya que el estudiante debe asumir un rol activo en el aprendizaje. Esto lleva, necesariamente, a un cambio en la función del/de la docente en el aula, ya que es responsabilidad del/de la docente que el problema surja de situaciones de la vida presente y de la vida diaria y despierte en el que aprende un deseo activo de información y de nuevas ideas.

De esta forma, Dewey propone una filosofía de la educación para diferenciarse de la escuela tradicional y desarrollar métodos y materias sobre la base de una filosofía de la experiencia. Sostiene que existe una íntima y necesaria relación entre los procesos de la experiencia real y la educación, por eso es importante que

la actividad, el hacer, ponga a los estudiantes en contacto con la realidad a través de experiencias directas. En este contexto, experiencia significa poseer conciencia de lo que acontece, para lo cual es importante realizar actividades con sentido. Así, toda experiencia emprendida y "sufrida" modifica al que actúa y la sufre, y modifica las experiencias subsiguientes.

En su libro Experiencia y educación (1967), Dewey enfatiza la importancia del método de proyectos ya que "los alumnos aprenden lo que practican", indicando que un proyecto no es una sucesión de actos inconexos, sino una actividad coherentemente ordenada, en la cual un paso prepara la necesidad del siguiente y en la que cada uno de ellos se añade a lo que ya se ha hecho y lo trasciende. Estela Cols (op. cit.) menciona que un proyecto es un acto sincero, sentido, pleno, deliberado y comprometido, que se lleva a cabo en un entorno social real. Lo central de la idea de proyecto es ese propósito dominante que guía la tarea, que le da sentido, que la mantiene viva, a diferencia de las actividades no conducentes, no intencionadas, que enseguida se vuelven chatas, se cristalizan.

La pedagogía por proyectos propuesta por Dewey fue continuada por su discípulo William Kilpatrick (1946), quien desarrolló el modelo de trabajo desde el punto de vista metodológico y contribuyó a su difusión.

Figura 3. William Kilpatrick (1871-1965).

La propuesta metodológica del trabajo implica cinco fases o etapas:

- Consideraciones de alguna experiencia actual y real de los estudiantes.
- Identificación de algún problema –o dificultad– suscitado a partir de esa experiencia.
- Inspección de datos disponibles, así como búsqueda de posibles soluciones viables.
- Formulación de alternativas de solución.
- Puesta a prueba de las alternativas mediante la acción.

Esta perspectiva pedagógica puede considerarse un referente importante de lo que se espera de la educación actual, debido a que se basa en gran medida en la experiencia de los alumnos y alumnas guiada por el docente. También se destaca en ella la importancia que se da a los problemas reales y cercanos a la experiencia de los y las estudiantes. La escuela debe representar la vida presente, una vida tan real y vital para el niño como la que vive en el hogar, en la vecindad o en el campo de juego. Así, la educación debe ser concebida como una reconstrucción continua de la experiencia (Mateo, 1977).

Dewey señala los extremos de la educación que van desde la tradicional a la progresista. La tradicional sigue una didáctica muy preocupada por la transmisión de conocimientos sin tener en cuenta las experiencias personales de los estudiantes, mientras que la progresista se centra principalmente en los aprendices. Sin embargo, creer que el aprendizaje se basa en la experiencia no significa que todas las experiencias sean educativas; hay experiencias anti-educativas que detienen y perturban el desarrollo de experiencias ulteriores. Este tipo de experiencias es muy frecuente en la escuela tradicional.

Según Castiñeiras (2002), Dewey configura un corpus de certezas y prescripciones que la escuela debe propiciar, a saber:

- El alumno es el centro de la acción educativa.
- Se aprende haciendo.
- La educación debe utilizar la experiencia como fuente para identificar problemas.
- La escuela es el lugar donde el valor del conocimiento es resolver situaciones problemáticas.

Siempre hay que considerar las capacidades y propósitos de los y las estudiantes, es decir, separarse de la concepción tradicional donde es la materia *per se* lo que se considera educativo y donde cada contenido se aprende aisladamente. Para Dewey, no existe nada que posea un valor educativo en abstracto; la experiencia debe preparar a una persona para ulteriores experiencias más profundas. De esta forma, defiende un aprendizaje que sirva para la vida, que no sacrifique las potencialidades del presente a un futuro hipotético. Crear experiencias valiosas, como tarea de quien educa, es la capacidad de extraer de la experiencia un conocimiento que sea capaz de mejorar las condiciones en que se desarrollarán las experiencias ulteriores.

4. La estrategia de proyectos

Philippe Perrenoud (2000) hace una distinción entre la pedagogía de proyectos y la estrategia de proyectos. En el primer caso –menciona– se trata de un principio general de organización del trabajo con el que se corre el riesgo de hacer huir bastante rápidamente a todos aquellos que no adhieren a una pedagogía definida, sino que eligen dentro de un abanico de estrategias, propuestas por la tradición, los formadores, los investigadores en didáctica, los movimientos pedagógicos u otras corrientes. Mientras que hablar de estrategia de proyectos presenta la ventaja, según el autor, de no alejar de golpe a todos aquellos para los cuales trabajar por proyectos no es una orientación global, sino una manera entre otras de poner a los alumnos a trabajar.

4.1. CARACTERÍSTICAS DE UNA ESTRATEGIA DE PROYECTOS

Siguiendo a Perrenoud:

- Es un emprendimiento colectivo dirigido por el grupo clase (el profesor/a construye el interés, pero no decide).
- Se orienta hacia una producción concreta (en sentido amplio, texto, diario, espectáculo, exposición, maqueta, mapa, experiencia científica, danza, canción, creación artística, fiesta, encuesta, salida, concurso, juego, etc.).
- Genera un conjunto de tareas en las cuales todos los/las estudiantes pueden implicarse y jugar un rol activo, que puede variar en función de sus medios e intereses.
- Promueve aprendizajes de saberes y de un saber hacer (decidir, planificar, coordinar, etc.).
- Favorece aprendizajes identificables (al menos posteriormente) que figuran en el programa de una o varias disciplinas (francés, música, física, geografía, etc.).

Estela Cols (2008) aporta también algunos de los que considera los rasgos más significativos del trabajo por proyectos como estrategia didáctica:

- El proyecto constituye tanto un móvil como un método de trabajo.
- Integra un conjunto de actividades organizadas, no inconexas; tanto en un sentido vertical –es decir, en relación con el tiempo, con el desarrollo del proyecto– como horizontal –relativo a la organización de las actividades que los distintos actores van realizando de modo simultáneo–.
- Fomenta una gran participación del alumno/a y el control de algunos aspectos del proceso.
- Es una empresa colectiva que colabora en la construcción de una cultura del trabajo en equipo.
- Da la posibilidad de diversificar tanto la tarea como los modos de participación de los estudiantes.
- Se pone el énfasis en la integración de aprendizajes.
- Existe una preocupación por la relevancia y significación social, cultural o personal de los proyectos.
- Se produce la movilidad de una diversidad de saberes durante el proyecto: saberes ligados a la gestión del proyecto, saberes disciplinares, aprendizajes de orden social, entre otros.

4.2. TIPOS DE PROYECTOS

Existen diferentes tipos de proyectos según sus alcances, propósitos y la población involucrada y, de acuerdo con ello, hay diferentes tipos de diseños o metodologías que pueden ser implementados.

Según una clasificación somera, podemos encontrar:

Proyectos Institucionales:
Son aquéllos que elabora una institución con el objetivo de fijar sus políticas educativas, los criterios a partir de los cuáles se organiza y la manera como lo hace, los objetivos que persigue, entre otros.

Proyectos Educativos:
Son los que se diseñan con el objetivo de atender a la educación en relación con una problemática específica de un grupo de alumnos/as, ya sea para profundizar la comprensión de un tema, producir un objeto, resolver una situación o desarrollar habilidades, entre otras. Pueden ser proyectos educativos de aula o bien generales, es decir, que involucren a toda la comunidad escolar.

Proyectos de Investigación:
Son los que tienen como objetivo construir conocimiento, recoger información sobre un determinado problema, de manera que agregue datos significativos a su comprensión. Puede tratarse, por ejemplo, de un diagnóstico.

Proyectos de Intervención Social:
Son los que se diseñan con el objetivo de producir modificaciones y transformaciones a nivel comunitario, con múltiples actores sociales.

Los proyectos característicos de las escuelas son los educativos, sin embargo, muchas veces se hace necesario que una escuela diseñe, por ejemplo, un proyecto institucional. Y, otras veces, un proyecto realizado en el aula se puede articular con proyectos comunitarios de intervención social.

En relación con los proyectos de aula, Cecilia Bixio (1996) menciona que seleccionan objetivos, contenidos, prevén recursos técnicos y, generalmente, apuntan a ampliar o complementar algún objetivo institucional o de la planificación del/de la docente, prestando un apoyo en un momento dado, y a su vez tienen la virtud de poder modificarse rápida y ágilmente. Se sostienen sobre tres grandes pilares: un proyecto general –el curriculum–, un proyecto particular –el institucional–, y la planificación del/de la docente.

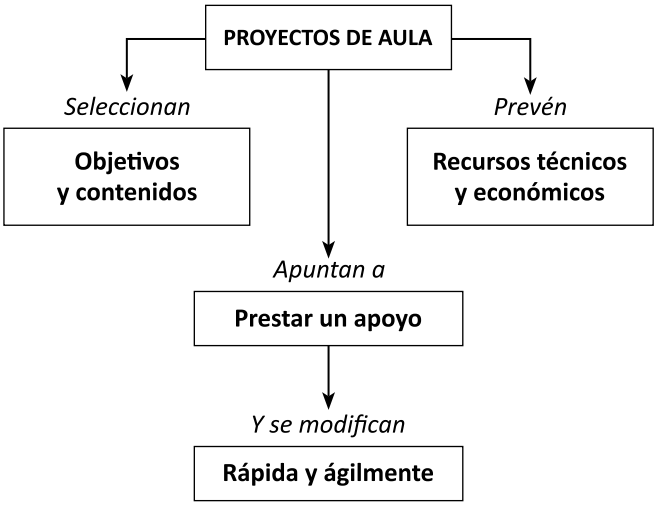


Figura 4. Tomado de Bixio (1996).

Según la autora, los proyectos se elaboran con el objetivo de cubrir una demanda y, a la vez, ofrecen una solución específica para un problema concreto. No necesariamente se mantienen por largo tiempo, pueden tener una duración relativamente corta y no repetirse, o puede que se continúen desarrollando todo el tiempo que se considere pertinente, realizando los ajustes necesarios, hasta llegar incluso a integrarse como parte del todo curricular.

4.3. POSIBLES OBJETIVOS[1] DEL TRABAJO POR PROYECTOS

Según Perrenoud (op. cit.) una estrategia de proyecto no está conectada a ninguna disciplina en particular y su especificidad estará dada por el contenido que se quiera desarrollar. En lengua o literatura, por ejemplo, si apuntamos a desarrollar una postura de autor o una actitud metalingüística, eso impregnará la estrategia. Podemos señalar aspectos comunes, sabiendo que su validez no es igual según se trate de geografía o de educación física. Una estrategia de proyecto puede basarse en una disciplina, puede concernir a varias o apuntar a aprendizajes "no disciplinares", como la socialización, por ejemplo.

1 El término "objetivo", como sustantivo, es utilizado aquí como sinónimo de meta. Para los conductistas, también funcionaba como adjetivo: la meta era lograr un cambio observable objetivo en la conducta, es decir, sin subjetividad. Algunos/as autores/as usan "objetivo" para dar cuenta de lo que se espera de los/as estudiantes, y "propósito" para aquello que hace el profesorado. Perrenoud lo usa indistintamente, como objetivo (en 7 o 9, por ejemplo) y como propósito (en 8, por ejemplo).

En el marco escolar, la estrategia de trabajo por proyectos puede apuntar a uno o varios de los siguientes objetivos.

Que los y las estudiantes sean capaces de:

1. Movilizar saberes; construir competencias.
2. Visibilizar prácticas sociales que aumentan el sentido de los saberes y de los aprendizajes escolares.
3. Descubrir nuevos saberes, nuevos mundos, en una perspectiva de sensibilización o de "motivación".
4. Situarse delante de los obstáculos que no pueden ser superados más que al precio de nuevos aprendizajes que tienen lugar fuera del proyecto.
5. Generar nuevos aprendizajes en el marco del proyecto.
6. Identificar las adquisiciones y las faltas en una perspectiva de autoevaluación y de evaluación-balance.
7. Desarrollar la cooperación.
8. Tomar confianza en sí mismo/a, de modo de reforzar la identidad personal y colectiva a través de una forma de empoderamiento, de toma de poder de los actores.
9. Desarrollar la autonomía y la capacidad de hacer elecciones y negociarlas.
10. Elaborar y conducir proyectos.

A esos objetivos se agregan beneficios secundarios:

- Implicar a un grupo en una experiencia "auténtica", fuerte y común, para volver hacía allí de un modo reflexivo y analítico, y anclar allí saberes nuevos.
- Estimular la práctica reflexiva y las preguntas sobre los saberes y los aprendizajes.

Perrenoud concluye señalando: No es necesario que cada estrategia de proyecto contribuya a aprendizajes decisivos en cada uno de estos objetivos. Más valdría apuntar específicamente a uno o dos y tomar los otros, si aparecen, como felices beneficios secundarios.

5. Etapas de un trabajo por proyectos

5.1. PRIMERA ETAPA: PLANEACIÓN

Si bien implica una planificación exhaustiva, por parte del/de la docente, de la secuencia de actividades que deberán desarrollarse, se debe lograr una flexibilización en función de la marcha del proyecto.

Anijovich y Mora (2010) describen algunos pasos que pueden contribuir a diseñar un proyecto:

1. Identificar un contenido que posibilite definir problemas significativos y relevantes, tanto desde la perspectiva disciplinar, tanto por su importancia para la comunidad, como por ser problemas interesantes para los alumnos;
2. formular los objetivos de aprendizaje para ese proyecto;
3. especificar los modos de comunicar el proyecto: tanto de los estadios de avance como del trabajo final;
4. determinar la variedad de recursos disponibles;
5. planificar diversas rutas de abordajes posibles, y la secuencia de actividades y presentaciones para cada una de las instancias de clase;
6. definir un cronograma;
7. diseñar los tipos y momentos de evaluación del proyecto;
8. especificar el o los formatos y los momentos que se propondrán para documentar el proyecto.

5.2. SEGUNDA ETAPA: EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Todo proyecto se inicia con una pregunta o problema:

- Queremos trabajar con los/as estudiantes en un diario o revista. ¿Por qué se elige hacer un diario?
- ¿Cómo aumentar el consumo de vegetales?
- ¿Qué problemas ambientales tenemos en nuestra comunidad?
- ¿Existen las razas humanas?
- ¿Cómo se procede para determinar la paternidad por medio de la huella digital genética (ADN)?
- ¿Cómo se graba y se lee un CD?

Según Bixio (op.cit.), al tomar como referencia un problema, un proyecto puede involucrar diferentes áreas de conocimiento. Así, podemos aprovechar este hecho para elaborar proyectos integrados[2] que abordan una determinada problemática y la analizan desde diferentes ángulos y con aportes de diferentes áreas. La magnitud o alcance de la integración a la que estos proyectos hagan referencia deberá adecuarse a las edades de los alumnos y alumnas, teniendo en cuenta las

2 De acuerdo con la autora, preferimos no hablar de proyectos interdisciplinarios.

dificultades que puede representar atender simultáneamente a un gran número de variables que pueden estar poniéndose en juego en relación con un problema determinado.

5.3. TERCERA ETAPA: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Se puede revisar el impacto del trabajo por proyectos en términos de procesos de aprendizaje logrados y de resultados alcanzados en función de los objetivos propuestos, por lo que es relevante que durante la marcha de las actividades se vaya recogiendo información acerca tanto del proceso como de sus resultados.

Es importante evaluar la participación, en lo posible mediante una autoevaluación de los alumnos y alumnas. Evaluar el propio trabajo por proyectos en comparación con otras metodologías de trabajo en el aula, luego de haber consensuado posibles indicadores o criterios para la evaluación, será un rasgo superador en acuerdo con lo que esperamos: propiciar la autonomía y la toma de decisiones reflexivas.

Hay que considerar que, al igual que en cualquier proceso de enseñanza, la evaluación no ocurre en el momento final del trabajo. La evaluación no es la última etapa de un proceso que comienza con la enseñanza, sino que la evaluación es parte de la enseñanza, por lo tanto hay que pensarla como un proceso continuo, que regula y retroalimenta las acciones de enseñanza. Esta consideración vale para todas las etapas del proyecto. La planificación inicial es una hipótesis de trabajo que se va modificando a medida que transcurre el proyecto. Debe ser lo bastante flexible como para permitir su modificación a la luz de la evaluación permanente que vayamos haciendo, tanto de las acciones como de los aprendizajes que se van logrando.

Hay autores que sugieren esquemas del tipo: qué sabemos, qué necesitamos saber para el próximo encuentro. De esta forma, hay una tarea pautada para ir avanzando y luego puede aportar datos útiles respecto de cómo se produjo el desarrollo del proyecto. Otra forma de ordenar el trabajo puede llevarse a cabo mediante un diario de tareas, en el cual se lleva un registro de qué pasó en cada encuentro entre el/la docente y el grupo de trabajo. Por ejemplo:

> *Día 1:* Discutimos acerca del diseño de una tabla para volcar la información que recogimos hasta el momento.
>
> Tarea del encuentro 2. Traer la tabla con la información volcada.
>
> *Día 2:* Vimos cómo construir un gráfico de barras para comunicar la información recogida en la calle. Revisamos la tabla.
>
> Tarea del encuentro 3. Etcétera.

6. Implicaciones para la práctica docente

En relación con las propuestas que señalamos al comienzo de este capítulo, centradas en la construcción de ciudadanías, en el contexto de una educación científica de calidad en escuelas inclusivas, mencionamos que el trabajo por proyectos resulta una propuesta innovadora que permite enfocarse en problemas reales y aprender mediante la experiencia; aprender haciendo.

En esta línea, resulta central seleccionar un problema teniendo en cuenta la significatividad para el grupo de clase, además de su factibilidad, Bixio (op.cit.) sugiere considerar algunos **parámetros importantes frente a la selección del proyecto** que vamos a encarar:

Significatividad psicológica:
La temática seleccionada tiene que resultar interesante para los alumnos y alumnas; sin embargo, es importante aclarar que no basta con esto. Además, tiene que ser una problemática significativa desde el punto de vista cognoscitivo; esto es, que los y las estudiantes puedan comprenderla y abordarla porque está al alcance de sus posibilidades cognoscitivas. Por lo tanto, que sea significativa desde el punto de vista cognoscitivo y afectivo.

Significatividad institucional:
Es posible que la institución haya advertido determinados problemas en una o varias de las dimensiones contempladas en la planificación institucional anual. Estos problemas pueden ser fuentes de proyectos que, a la vez que resulten interesantes y significativos para los y las estudiantes, pueden ayudar a mejorar la calidad de la educación que se brinda, dado que contribuyen a la resolución de los problemas de la propia institución.

Significatividad social:
Es importante atender a este aspecto, de manera tal que el problema que se seleccione tenga algún valor social destacado; esto es, que permita la construcción de conocimientos socialmente significativos.

Actualidad y repercusión:
Cuando hay una determinada situación social, política, religiosa, económica, entre otras, que por diferentes motivos produce un gran impacto en la comunidad, puede ser utilizada como fuente de un problema para comenzar a construir un proyecto, cuyo valor estará dado, entre otros motivos, por la actualidad del problema.

Dificultades advertidas en el aula:
En este caso el proyecto toma como problema la dificultad observada; por ejemplo, desinterés de los alumnos por la lectura, o serias dificultades para la escritura, y los proyectos que se diseñan tendrán como objetivo atender a esa problemática puntual. Para ello, se puede proponer la organización, por ejemplo, de una Feria

de Libros escritos por los niños; una biblioteca ambulante construida con textos aportados por todos; una revista de la escuela, etcétera.

Posibilidades de articulación con otras áreas:
Como ya se señalara, los problemas generalmente comprometen varias áreas curriculares. Al realizar la selección del problema a trabajar en el proyecto, es importante que tengamos en cuenta qué posibilidades nos da el problema elegido para realizar articulaciones y cuáles son las ventajas que con tal articulación podemos lograr, en el sentido de enriquecer el proyecto con diferentes miradas.

También son importantes ciertas **consideraciones para la formulación del problema**, lo cual implica un trabajo particular por parte del profesorado.

Según Bixio:

- Se deberá construir el interés de los estudiantes (motor del proyecto).
- El problema debe ser claro, acotado y viable.
- Hay que explicitar cuál va a ser la meta o producto final.

Es conveniente que el/la docente realice un trabajo de motivación o de introducción al tema que se va a desarrollar en el proyecto, a fin de generar el interés de los y las estudiantes, de manera que puedan asumir un compromiso con la tarea. No hay que olvidar que un proyecto es, básicamente, una meta en común.

En todos los casos, el proyecto tiene que ser acotado y viable. Por lo que también es importante que el/la docente acuerde los tiempos en que se va a desarrollar, cuál es su duración y cuáles son las tareas en las que cada participante deberá involucrarse.

Cuando se encara la formulación del problema hay que tener en cuenta que el proyecto enfrenta verdaderos problemas, por tanto, no se trata de meros ejercicios escolares. Los problemas deben implicar desafíos que involucren a los/las estudiantes; el alumnado debe tropezar con obstáculos inesperados para descubrir nuevas facetas movilizando prácticas y saberes.

También es relevante que el profesorado pueda hacer explícitos los alcances del trabajo: ¿Cuál es el objetivo que perseguimos con el trabajo por proyectos? Por ejemplo, si trabajamos alrededor de un problema ambiental, es muy importante acordar previamente cuáles son los propósitos del estudio que vamos a realizar. Una vez detectado un problema ambiental, ¿intentaremos remediarlo, comunicarlo, alertar a los vecinos, educar a la comunidad, conocer la percepción pública del problema, denunciarlo ante autoridades competentes? Cada uno de estos propósitos implicará distintas líneas de acción en el proyecto que se encare. Como menciona Dewey, en estas experiencias a los/as docentes les cabe una

responsabilidad importante en la organización del currículo, teniendo en cuenta la función social de los contenidos y, al mismo tiempo, respetando los intereses y necesidades de los alumnos.

Al mismo tiempo, resulta importante reflexionar sobre el rol docente en cada una de las etapas del trabajo. Dado que uno de los objetivos del proyecto es ayudar a los alumnos a ganar autonomía y a desarrollar habilidades cognitivas y metacognitivas, las intervenciones docentes deben centrarse, según Anijovich y Mora (op.cit.), en:

- Guiar;
- ayudar a corregir cursos de acción;
- ofrecer criterios para la toma de decisiones;
- ser fuente de información disponible pero, en lo posible, brindar información según la demanda de los alumnos y alumnas;
- evitar convertirse en la única fuente de recursos informativos y materiales;
- arbitrar en los aspectos interpersonales que los y las estudiantes no puedan resolver por sí mismos/as.

Según las autoras, un proyecto es, además, una excelente oportunidad de poner en juego las habilidades requeridas para el aprendizaje y el trabajo cooperativo. Por eso, la propuesta debe ofrecer diferentes grados de libertad para que el alumnado elija:

- Los contenidos;
- los recursos;
- las fuentes de información;
- los productos;
- los modos de organización del trabajo;
- el grupo.

Insistimos en que al encarar un trabajo por proyectos debemos, como docentes, reflexionar profundamente sobre cómo nos posicionamos frente a la necesidad de un cambio de paradigma respecto de nuestro rol en el aula.

7. Proyecciones y conclusiones

Cols (2008) menciona que Dewey estaba especialmente interesado en las contribuciones de la educación y de la escuela a la regeneración política y social. Al mismo tiempo consideraba que para formar a los sujetos para la vida democrática

era necesario que la propia escuela se convirtiera en un microcosmos embrionario de ese tipo de sociedad. En este sentido, es importante evidenciar que la perspectiva del trabajo por proyectos responde a una concepción de sujeto social, del cual se espera una intervención fundamentada en la toma de decisiones. Por lo tanto, se espera que esta educación a través de las ciencias, contribuya a la formación de una ciudadanía participativa, es decir, colabore con una educación científica para la acción (Meinardi, 2010).

Este propósito determina la necesidad de un profesorado capaz de producir y llevar al aula estrategias innovadoras de enseñanza de las ciencias, cuyo fin sea mejorar los aprendizajes de los/las estudiantes de manera de incidir sobre la valoración de sus propios saberes, haciéndolos operativos. Se trata de lograr la educación de los y las jóvenes para hacerlos reflexivos, críticos, autónomos, conocedores de sus derechos y capaces de demandar por los deberes de sus comunidades. Para eso, se requiere de un profesorado también reflexivo, crítico y autónomo; profesionales que puedan revisar su práctica y producir cambios (Meinardi, 2010).

Referencias bibliográficas

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). Capítulo 6. Los proyectos de trabajo. En: Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula. Buenos Aires: Aique.

Bixio, C. (1996). Cómo construir Proyectos en la EGB. Los Proyectos de aula. Qué. Cuándo. Cómo. Rosario: Ediciones Homo Sapiens.

Castiñeiras, M. (2002). La teoría pedagógica de John Dewey. Aspectos normativos y componentes utópicos. Revista de Filosofía y Teoría Política, 34: 63-69.

Cols, E. (2008). El trabajo con proyectos como estrategia didáctica. Experiencias y Relatos de escuelas. Editorial 12ntes, 28(3).

Dewey, J. (1967). Experiencia y Educación. Buenos Aires: Losada.

Haddad, W. D. y Draxler, A. (eds.) (2002). Technologies for Education: Potentials, Parameters and Prospects. París: UNESCO and the Academy for Educational Development (AED).

Jiménez, M. P. (coord.) (2003). Enseñar ciencias. Barcelona: Graò.

Kilpatrick, W. (1946), La función social, cultural y docente de la escuela. Buenos Aires: Losada.

Macedo, B., Katzkowicz, R. y Quintanilla, M. (2006). Capítulo 1. La educación de los derechos humanos desde una visión naturalizada de la ciencia y su enseñanza: aportes para la formación ciudadana. En: R. Katzkowicz y C. Salgado (comp.). Construyendo ciudadanía a través de la educación científica. Santiago de Chile: UNESCO.

Mateo, F. (1977). Teoría de la educación y sociedad. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Meinardi, E. (coord.) (2010). Educar en ciencias. Buenos Aires: Paidós.

Meinardi, E. (2015). Comunidades de práctica profesional del profesorado para una educación en ciencias en escuelas inclusivas. Revista Educação em Foco. En prensa.

Perrenoud, Ph. (2000). Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿Por qué? ¿Cómo? Revista de Tecnología Educativa XIV, 3: 311-321.

Torres Santomé, J. (2005). El curriculum oculto. Madrid: Morata.

UNESCO (2011). Compendio mundial de la educación 2010. Comparación de las estadísticas de educación en el mundo. Montreal: UNESCO. Recuperado de: http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001912/191218s.pdf

Capítulo 2

¿QUÉ SE ENTIENDE POR TRABAJO POR PROYECTOS?

Una reflexión desde las versiones, a veces disímiles, de diversos actores: Literatura, currículum, profesorado y alumnado

Alma Adrianna Gómez Galindo
Rocío Guadalupe Balderas Robledo

Contenido

Resumen

1. Introducción

2. Justificación teórica

3. Desarrollo

- *Una breve introducción de los principales elementos de trabajo por proyectos en la literatura académica*
- *Caracterización de los proyectos en los documentos curriculares de la reforma del 2009 en México para la Educación Primaria*
- *Los proyectos tal como lo describe un grupo de profesores y profesoras que han aplicado proyectos*
- *Los proyectos tal como los entiende un grupo de estudiantes que ha participado en su realización en el aula*

4. Implicaciones para la práctica docentes.

5. Proyecciones y conclusiones

Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo se recupera la visión de diferentes actores del sistema educativo respecto de qué se entiende por proyectos y para qué se utilizan. Para ello analizamos la literatura académica contemporánea, los documentos curriculares de la reforma del 2009 en México, que introducen como una "novedad" el trabajo por proyectos, y entrevistas realizadas a un grupo de docentes que han trabajado en proyectos y a sus alumnos.

La literatura académica presenta un trabajo de múltiples facetas enfatizando la autonomía del alumnado. Los documentos curriculares, de orden normativo, presentan una idea simplificada, dejando de lado la diversidad de contextos, de contenidos y de capacidades del alumnado, así como los intereses de docentes y alumnos. Los/as docentes presentan un discurso altamente contextualizado, considerando la diversidad de sus alumnos y sus propios intereses formativos, principalmente centrados en la motivación. El alumnado, por su parte, con un discurso de alta coherencia, enfatiza un trabajo tradicional de búsqueda y presentación centrado en la acumulación de información. Finalmente discutimos algunas implicaciones de esta diversidad de posturas.

1. Introducción

Tal como describen Meinardi y Sztrajman en este mismo libro, el trabajo por proyectos tiene una larga trayectoria histórica y conceptual, siendo objeto de múltiples reelaboraciones; sin embargo, en este capítulo nos interesa mostrar algunas interpretaciones que conviven actualmente en el sistema educativo y que muestran cómo diversos actores de este sistema, presentan versiones recortadas, yuxtapuestas y a veces disímiles de lo que se entiende por el trabajo por proyectos.

El interés de esta exploración va más allá de la mera anécdota, o de la descripción de casos llamativos. Buscamos reflexionar en torno a las implicaciones que en el trabajo en el aula podría tener el encontrarse con esta diversidad de versiones. Las ideas que serán expuestas a continuación provienen de un estudio exploratorio en el que se recuperan las nociones de docentes y alumnos sobre los proyectos, en base a entrevistas aplicadas a unas pocas personas en una sola escuela primaria de Apodaca, Monterrey, México[3]. Ello implica que no buscamos establecer generalizaciones, sino observar en profundidad un solo caso, que podría considerarse ejemplificador.

3 Este capitulo se deriva del proyecto apoyado por la SEP-SEB 2012-1 No. 189439, "El trabajo por proyectos en ciencias naturales en educación primaria: análisis del estado actual y propuestas para su enriquecimiento".

La elección de este ejemplo se debe a que en el año 2009 se elabora una reforma para la educación primaria en México (niños y niñas de 6 a 12 años de edad), en la que se incorporan espacios de desarrollo, integración y aplicación de aprendizajes mediante trabajo por proyectos (SEP, 2009). En cada área de conocimiento, incluida Ciencias Naturales, se introducen descripciones y lineamientos para su trabajo. De esta manera, el trabajo por proyectos llega a las escuelas primarias, en México, como una orientación determinada curricularmente y es retomada y re-elaborada por el profesorado.

Si consideramos la práctica docente como una actividad situada en la que la atención se centra en las prácticas, las trayectorias de participación y la enculturación (Díaz Barriga, 2003; Lave, 2001 y Wenger *et al.*, 2002), se ha de partir de la propia cultura docente para generar propuestas de ajuste curricular. Diversos estudios muestran que los procesos cognitivos y sociales se realizan en contexto y que la reflexión sobre la propia actuación está también contextualizada (Diaz-Barriga, 2003) y situada (Sawyer, 2002). En función de lo anterior, para entender algunas dificultades en la implementación de reformas será útil conocer cuáles son los discursos de los diferentes actores involucrados.

Consideramos, al lado de otros autores (Ogborn, 2002; Pinto, 2005; Pinto *et al*., 2005; Aliberas y Solsona, 2009), que la complejidad en el cambio docente y su relación con las reformas educativas debe ser analizado críticamente. Este ejemplo, tal como lo mencionamos, es interesante, pues nos permite abordar la complejidad del propio trabajo por proyectos, y, al mismo tiempo, vislumbrar qué sucede cuando alguna forma de trabajo es introducida en las reformas educativas como "novedad" y retomada por los docentes que buscan sacar lo mejor de estos cambios, reformulándolos en base a sus propias concepciones e intereses y, además, conocer cómo el alumnado crea, a partir de la experiencia vivida en el aula, su propia definición y expectativa.

En este capítulo, inicialmente se presenta una justificación teórica; en ella se señalan algunas dificultades que las reformas educativas presentan para su instauración en el aula y la innovación como elemento clave de transformación de las prácticas, entendiendo que el trabajo por proyectos se introdujo en el seno de una reforma como una innovación en la práctica docente. Así mismo introduciremos algunas ideas sobre cómo los maestros enfrentan estas reformas o innovaciones y justificaremos, entonces, la importancia de considerar las diversas versiones de los actores, al implementar cambios curriculares.

Posteriormente, en el desarrollo se presentarán cuatro apartados: 1. Una breve introducción de los principales elementos de trabajo por proyectos en la literatura académica; 2. Los proyectos tal como se presentan en los documentos curriculares de la reforma del 2009 en México para educación primaria; 3. Los proyectos

tal como los describe y entiende un grupo de profesores y profesoras que han aplicado proyectos; y 4. Los proyectos tal como los entiende un grupo de niñas y niños que han participado en su desarrollo dentro de sus aulas.

Finalmente, expondremos una sección con la reflexión en torno a las versiones encontradas y sus posibles derivaciones, las implicaciones para la práctica docente y una sección de proyecciones y conclusiones.

2. Justificación teórica

Las reformas educativas pueden, en sí mismas, considerarse como innovaciones que se espera que los docentes incorporen en sus prácticas. Sin embargo, diversos autores muestran las dificultades de que las propuestas curriculares generen un real impacto positivo en las aulas. En el caso de México, al igual que otros muchos países, un elemento a considerar según Díaz-Barriga es:

> "...la pretensión de impulsar procesos de innovación curricular como motor de transformación educativa por medio de la prescripción de una serie de modelos con gran potencial educativo, puede dar sentido y dirección a los propósitos inherentes a reformas que intentan la transformación del currículo y la enseñanza. No obstante, sigue proliferando un enfoque centralizado y de implantación de "arriba hacia abajo" sin que se logre articular una dinámica de cambio sistémico. Asimismo, se carece de información suficiente respecto de los procesos y condiciones que permiten o impiden la concreción de tales innovaciones curriculares en la diversidad de contextos en donde se ha pretendido su implantación. Se concluye que no se ha logrado plantear estrategias de participación apropiadas que involucren significativamente a los actores del cambio y les permitan transformar creencias y prácticas educativas." (Díaz-Barriga, 2012:23).

La conclusión de Díaz-Barriga llama la atención sobre un aspecto que es de nuestro interés: la falta de estrategias de participación junto a la necesidad de que, a través de la incorporación de nuevos lineamientos curriculares, se generen dinámicas para el cambio tanto en creencias como en prácticas educativas. En el caso específico de los proyectos incorporados en la reforma del 2009 en México, veremos más adelante que, además de la falta de estas dinámicas de apropiación para los/as docentes y alumnos/as, se da un importante recorte informativo y una simplificación en la propia propuesta curricular del trabajo por proyectos.

3. Desarrollo

3.1 UNA BREVE INTRODUCCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE TRABAJO POR PROYECTOS EN LA LITERATURA ACADÉMICA

El aprendizaje basado en proyectos es sumamente polisémico en la literatura, sin embargo, en términos generales puede considerarse como un modelo de enseñanza que consiste en un trabajo auto-dirigido sobre la investigación de temas significativos (Chien-hsing, *et al*., 2000). En éste, los profesores facilitan el aprendizaje, siendo mediadores y guías en las actividades, donde los estudiantes participan en la investigación de forma constructiva y activa (Thomas, 2000). Consecuentemente, la autonomía de los estudiantes, el aprendizaje colaborativo y la evaluación formativa del desempeño son elementos clave. Una de las finalidades de los proyectos es la de involucrar al alumnado en un proceso auto-gestionado y orientarlo hacia la elaboración de producciones originales que den muestra de su aprendizaje y capacitación (Pozuelos, 2007).

El trabajo por proyectos, con antecedentes desde el Siglo XVI (ver Meinardi y Sztrajman en este mismo libro), centrado en la actividad del estudiantado trabajando coordinadamente en la resolución de un problema o en la elaboración de una producción original, se acerca a las actuales propuestas sobre comunidades de práctica y aprendizaje situado. Vincular estas dos perspectivas nos permite incorporar elementos culturales en el trabajo por proyectos, en los que se busca favorecer la participación del estudiantado en prácticas estructuradas socialmente "sin recibir enseñanza, dar exámenes, ni reducirse a copistas automáticos de las tareas" (Lave y Wenger, 1991:32), enfatizando el aprendizaje permanente en la práctica.

Las perspectivas de trabajo por proyectos y las comunidades de práctica difieren respecto del lugar que ocupan los contextos sociales, culturales y políticos y el de la actuación individual (Sezen-Barrie, *et al*., 2014). Incorporar las perspectivas de aprendizaje situado orientado a los proyectos, implica el reconocimiento de prácticas sociales, siendo el compromiso mutuo, dirigido a un objetivo común, una característica clave para la participación; incorporando la diversidad de motivaciones y habilidades presentes y los conflictos de poder. Los proyectos se convierten entonces en alternativas útiles en diversos contextos educativos priorizando la definición de metas comunes, permitiendo diversos niveles de participación y buscando el aprendizaje en la práctica.

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS EN LOS DOCUMENTOS CURRICULARES DE LA REFORMA DEL 2009 EN MÉXICO PARA LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Los cambios que surgen en el programa de Ciencias Naturales en la Reforma Integral de la Educación Básica 2009 toman en cuenta aspectos como el desarrollo de las competencias para la vida y el perfil de egreso, la formación científica básica, el fortalecimiento del enfoque, la actualización de contenidos, la incorporación de los aprendizajes esperados, la descripción de sugerencias didácticas, así como la incorporación de espacios de desarrollo, integración y aplicación de aprendizajes mediante trabajo por proyectos (SEP, 2009).

Los trabajos por proyectos se presentan como una modalidad dentro del principio pedagógico de "planificar para potencializar el aprendizaje" (SEP, 2011), considerándolos una estrategia en donde el alumnado integrará sus conocimientos, habilidades y actitudes ante situaciones problemáticas socialmente relevantes y cognitivamente desafiantes que despierten en él interés y curiosidad para darles una solución, favoreciendo así a la toma de decisiones responsables y a la actitud activa (SEP, 2009).

Los proyectos buscan incorporar espacios de desarrollo, integración y aplicación del aprendizaje, practicando lo aprendido, es decir, fortalecen la relación entre la teoría y la práctica. Además, orientan a los alumnos a la reflexión, al pensamiento crítico y a organizarse en equipos. Se busca que con ello los alumnos adquieran mayor responsabilidad y autonomía en su aprendizaje (SEP, 2009).

A pesar de esta amplia caracterización, en los libros de texto para el docente hay una pobre y vaga definición de los proyectos, considerándolos una estrategia para organizar las clases y un plan a futuro de algo que se quiere alcanzar (SEP, 2011).

Llama la atención que en los dos primeros grados de la primaria (6 y 7 años de edad), ni en el programa, ni en los libros de texto para alumnos, se propone trabajar con proyectos. En cambio, los programas de tercero a sexto grado, definen el trabajo por proyectos como otra estrategia para organizar las clases teniendo como objetivo acercar a los alumnos a la investigación científica. Además, afirman que es dentro de estos espacios donde se puede constatar el desarrollo de las competencias, ya que se integran y aplican conocimientos, habilidades y actitudes.

Los trabajos por proyectos sugeridos se plantean en los libros de textos (3° a 6° grado) al término de cada bloque de estudio. Se propone que desde el inicio de cada bloque se planee el proyecto para que éste sea desarrollado y comunicado en las dos últimas semanas del bimestre. La elección del proyecto a trabajar es responsabilidad de los alumnos, de acuerdo a sus intereses. Los proyectos sugeridos al final de cada bloque temático pueden ser tomados como ejemplo para el profesorado y el alumnado.

En los documentos revisados se señalan tres tipos de proyectos, según su procedimiento y su finalidad, afirmando que esta clasificación no es única, ni que cada tipo es excluyente:

- **Proyectos científicos**. En éstos se investigan fenómenos o procesos naturales que ocurren a su alrededor, en los cuales se busca promover las descripciones, explicaciones y predicciones. Se desarrollan actividades relacionadas con el trabajo científico formal. Cabe señalar que en la revisión realizada de libros de texto, este tipo de proyectos es muy poco frecuente.

- **Proyectos tecnológicos**. En ellos se promueve la creatividad del diseño y la construcción de objetos y productos cuyo objetivo sea atender alguna necesidad. En el desarrollo de estos objetos se adquiere mayor conocimiento de los materiales y su eficacia y se incrementa el ingenio por utilizar los recursos disponibles. Se aprende acerca de la relación costo-beneficio.

- **Proyectos ciudadanos**. Éstos están basados en la dinámica investigación-acción, con la finalidad de desarrollar el carácter crítico y solidario de los alumnos respecto a la relación de la ciencia con la sociedad. Se analizan problemas sociales, se interactúa con otras personas, se proponen soluciones y se interviene como parte de la sociedad (SEP, programa de 3er grado, 2011). Este tipo de proyectos fueron los más frecuentes en la revisión realizada en libros de texto para alumnos. Cabe señalar que la metodología de investigación, en este caso, corresponde mayoritariamente a la del área de Ciencias Sociales.

Estas tres categorías son reseñadas por Lacueva (2008; 2001), quien define fases para cada uno. En el discurso oficial se retoman las fases propuestas por Lacueva y se presentan estereotipadas: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación (SEP, 2011:129).

Si bien en los diferentes documentos consultados no se mantiene una visión uniforme de qué son y para qué trabajar por proyectos, parece que se prioriza la finalidad de aplicación de conocimientos; la elaboración de sentido a lo aprendido, mediante su relación con las vivencias de los alumnos y la evaluación; por ejemplo, se indica que es una "actividad en la que pondrás [el alumnado] en práctica las habilidades y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los temas" (SEP, 2011: I). Lo anterior se fortalece por la ubicación de los proyectos al final de cada bloque temático en los libros dirigidos a los alumnos. Esto pudiera restringir no sólo el concepto de proyecto, sino su riqueza como "propiciador de la indagación infantil" (Lacueva, 2006:51).

3.3 LOS PROYECTOS TAL COMO LO DESCRIBE UN GRUPO DE PROFESORES Y PROFESORAS QUE HAN APLICADO PROYECTOS

El profesorado por su parte, no tiene elementos claros para definir qué es un proyecto, sin embargo maneja un discurso rico en metáforas, analogías y ejemplos altamente contextualizado, refiriéndose a su trabajo en el aula, a sus alumnos e indicando edades, recursos económicos disponibles y nivel socio-económico. Llama la atención que no hace referencia alguna a la norma establecida en el discurso oficial, por ejemplo sobre los tipos de proyectos, las fases, las finalidades marcadas en los documentos oficiales, etc.

En las entrevistas realizadas, el profesorado indica que la finalidad de los proyectos es que los alumnos comprendan de forma más vívida y que se motiven tanto a estudiar como por la ciencia en sí. Especialmente se refieren al desarrollo de competencias y de actitudes positivas; por ejemplo, cuidado del medio natural, y desarrollo de habilidades y capacidades, centrándose así más en los procesos que en los productos; la evaluación está ausente en su discurso. No se identificó alusión a habilidades científicas específicas, como elaboración de preguntas, desarrollo de pensamiento crítico, argumentación, etc. (ver Gómez Galindo, *et al*., 2014). También llama la atención que no menciona la autonomía del alumnado, su responsabilidad al elegir las preguntas y buscar contestarlas de forma colectiva. En términos generales los y las docentes consideran básico el utilizar los proyectos para presentar otro tipo de actividades que motiven a los alumnos y alumnas a estudiar y lograr un gusto por la escuela, ya que identifican que muchos de sus alumnos no continúan los estudios en la secundaria o desertan de ésta, atribuyendo esto, en gran medida, a la falta de motivación.

Estos resultados indican que los maestros y maestras entrevistados desconocían, o no consideraban, las características marcadas sobre proyectos en los documentos curriculares y tampoco las consideraciones académicas presentes en la bibliografía sobre trabajo por proyectos. Sin embargo, estos profesores y profesoras tienen sus propias ideas y expectativas sobre lo que es un proyecto, mencionando la introducción del espacio de trabajo por proyectos como algo “bueno” siendo una decisión acertada en la reforma. Los/as docentes consideraban los proyectos una oportunidad para abordar “otros” temas o preguntas, que no venían determinados curricularmente y que eran de interés para el alumnado o para ellos/as mismos/as, permitiendo a sus alumnos llevar a cabo una “investigación”.

3.4 LOS PROYECTOS TAL COMO LOS ENTIENDE UN GRUPO DE ESTUDIANTES QUE HA PARTICIPADO EN SU REALIZACIÓN EN EL AULA

Los alumnos y alumnas por su parte tienen una idea muy clara de lo que es un proyecto y muestran alta congruencia en su discurso. Ellos/as identifican que en los proyectos se busca obtener información precisa de tipo declarativo,

son importantes para "saber más" de algún tema. Para lo anterior se acude a fuentes como internet, libros o enciclopedias, en los que se puede "investigar" sobre el tema. Lo nuevo de los proyectos, según el alumnado, es el énfasis en la comunicación de la información, casi siempre a modo de presentación oral ante el grupo clase.

4. Implicaciones para la práctica docente

A lo largo de la exposición de este capítulo hemos ido viendo cómo se da un recorte del valor del trabajo por proyectos. Inicialmente de la literatura académica a los documentos curriculares, los cuales simplifican, estereotipan y descontextualizan el trabajo por proyectos. Los docentes por su parte, vuelven a destacar de los proyectos su valor formativo y recuperan su carácter transformador de prácticas e intereses. Sin embargo, el discurso de los alumnos nos indica que en la práctica los docentes no tienen los elementos formativos y materiales para realizar este tipo de proyectos y terminan por dejar como tarea el investigar temas y exponerlos en el aula.

Tras esta situación, vale preguntarnos ¿quién tiene razón sobre qué es un proyecto y para qué sirve? Es evidente que las versiones de los actores: curriculum, profesorado y alumnado son disímiles tanto entre ellos como con la literatura académica.

Nos parece de gran interés volver sobre la opinión del profesorado y del alumnado. Al parecer los y las docentes entrevistados/as desconocen los lineamientos curriculares, sin embargo también puede ser que algunas preocupaciones básicas del profesorado, como la falta de motivación de sus alumnos para estudiar en general y por la ciencia en particular, hacen que los proyectos pasen de ser una estrategia particular con intenciones definidas curricularmente, a ser un instrumento para lograr que el alumnado se motive por estudiar. Consideramos que vale la pena realizar más investigación al respecto, ya que la propuesta de reforma curricular –en este caso, el trabajo por proyectos–, queda subsumido a preocupaciones mayores del profesorado, perdiéndose su intensión original.

Por otra parte, al parecer, los profesores al trabajar por proyectos tampoco logran sus objetivos, ya que el alumnado asocia los proyectos a la búsqueda de información y exposición en clase. La distancia entre lo expresado por los alumnos y por la academia respecto a qué es y para qué se usa un proyecto, muestran la forma en que las propuestas académicas y las intenciones docentes se desdibujan y degradan desde la teoría a la práctica. La vivencia de los alumnos/as aquí entrevistados/as ha sido la de un trabajo de búsqueda de información bibliográfica, recorte y exposición de la misma, siendo el valor formativo y motivador de esta forma de trabajo por proyectos casi nulo.

No queremos afirmar aquí que éste es el caso de todas las propuestas de proyectos llevadas al aula, ya que como se verá en este libro, existen múltiples casos de experiencias exitosas. Podemos, sin embargo, afirmar que el valor del trabajo por proyectos tiene que ver con la forma en que éstos se conciben y aplican, y en la vivencia que los alumnos y alumnas tiene de su práctica.

5. Proyecciones y conclusiones

Se observó discrepancia en las ideas expresadas por los actores analizados respecto del trabajo por proyectos. Por un lado, el discurso oficial, de orden normativo, presenta una idea simplificada de proyectos en el que se deja de lado la diversidad de contextos, de contenidos y de capacidades del alumnado, así como los intereses de docentes y alumnos. Por otro, los docentes presentan un discurso complejo, con rupturas y contradicciones, pero altamente contextualizado, considerando la diversidad de sus alumnos y sus propios intereses formativos. Así mismo, muestran una preocupación por alejarse de las prácticas tradicionales y de dar sentido a esta "nueva" metodología de trabajo. En el caso de los alumnos/as, quienes muestran un discurso de alta coherencia, éstos/as enfatizan un trabajo tradicional, que puede dar cuenta de la forma en la que se trabaja en las aulas, la cual sigue siendo de transmisión del conocimiento, centrado en la acumulación de información.

En este trabajo, se identificó la diversidad en el contenido del discurso de los diferentes actores involucrados en la reforma educativa. Las discrepancias y ausencias son predominantes en relación a las confluencias. Esto puede indicar la complejidad que la implementación de la reforma de trabajo por proyectos puede suponer, y la necesidad de generar espacios de comunicación y negociación, para llegar a acuerdos que efectivamente movilicen las prácticas docentes incluyendo las diversas perspectivas y tomando en cuenta las necesidades de los actores involucrados. A partir del ejemplo aquí analizado, se pueden sugerir estrategias para éste y para otros grupos similares, si se busca que la propuesta curricular de trabajo por proyectos aterrice en las aulas de educación primaria en México.

Consideramos importante socializar el espíritu del trabajo por proyectos presente en la literatura, brindar a los y las docentes ejemplos y estrategias para trabajarlos en el aula y generar espacios de formación continua, que les permitan integrarlos en su trabajo en el aula.

Referencias bibliográficas

Aliberas, M. y Solsona, P. (2009). Factores que determinan la supervivencia de una innovación educativa. *Enseñanza de las ciencias,* 27(3):393-404.

Chien-hsing, W.; Yi-Ting, K.; Jin-Tong, W. y Wen-Hua H. (2000). Collaborative Action Research on Technology Integration for Science Learning. *Journal of Science Education Technology.* DOI 10.1007/s10956-011-9289-0.

Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2). [Fecha de consulta: 1 de septiembre de 2015] Disponible en:<http://redalyc.org/articulo.oa?id=15550207> ISSN.

Díaz-Barriga, F. (2012). Reformas curriculares y cambio sistémico: Una articulación ausente pero necesaria para la innovación. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 7(3): 23-40.

Gómez, A.; Canedo, S.; Guerra, M.; Pulido, L.; Benavides, A.; Balderas, R. y Gómez, J. (2014). El trabajo por proyectos en educación primaria en México: Análisis de las propuestas curriculares en la reforma educativa. *CITECSA* 5(8): 79-90.

Lacueva, A. (2006). *Ciencia y tecnología en la escuela*. México, SEP.

Lacueva, A. (2008). *Ciencia y tecnología en la escuela. Reforma Integral de la Educación Básica*. México, SEP.

Lacueva, A. (2001). La enseñanza por proyectos: ¿Mito o reto? En: *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria*. México, SEP, pp. 141-149.

Lave, J. (2001). La práctica del aprendizaje. En: Chalkin, S. y Lave J. (comps.). *Estudiar las prácticas, perspectivas sobre actividad y contexto* (pp.15-45). Buenos Aires, Amorrotu.

Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, Cambridge University Press.

Ogborn, J. (2002). Ownership and transformation: teachers using curriculum innovations. *Physics Education,* 37(2): 142-146.

Pintó, R. (2005). Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education,* 89: 1-12.

Pintó R., Couso, D. y Gutiérrez, R. (2005). Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education. The case of energy degradation. *Science Education,* 89: 38-55.

Pozuelos, F. (2007). *El trabajo por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias*. Cooperación educativa, Sevilla, España.

Sawyer, R. (2002). Situating teacher development: the view from two teachers' perspectives. *International Journal of Educational Research*, 37: 733–753.

Sezen-Barrie, A.; Tran, M-D.; McDonald, S. y Kelly, G. (2014). A cultural historical activity theory perspective to understand preservice science teachers' reflections on and tensions during a microteaching experience. *Cultural Studies of Science Educa*tion, 9: 675–697. DOI 10.1007/s11422-013-9503-x.

SEP (2009). *Reforma Integral de la Educación Básica. Planes y programas de estudio de 1993 y 2009*. SEP, México.

SEP (2011). *Programas de estudio 2011, guía para el maestro educación básica primaria*, *primero a sexto grado*. SEP, México.

Thomas, J. (2000). A review of research on project-based learning. Ph. D . Thesis. The autodesk foundation, California, E.U.A.

Wenger, E.; McDermot, R. y Zinder, W. (2002). *Cultivating Communities of Practice. A guide to managing knowledge*. Harvard Business School Press: USA.

Capítulo 3

LA GESTIÓN DE LA PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO EN CLASE DE QUÍMICA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

José Luis Blancas Hernández

Contenido

1. Introducción

2. Del trabajo por proyectos y la gestión de la participación

3. El trabajo por proyectos en el currículo de ciencias

4. La gestión de la participación en la implementación de un proyecto

- *Promover entre los/as alumnos/as diferentes niveles de responsabilidad*
- *Buscar el logro de distintas intenciones de aprendizaje*
- *Propiciar diferentes modos de comunicación*
- *Utilizar recursos materiales para apoyar la participación*

5. Reflexiones en torno a la implementación del proyecto

6. Orientaciones para promover la participación de los/as alumnos/as en un proyecto

Referencias bibliográficas

Resumen

Desde una perspectiva sociocultural, en este capítulo se describen y analizan las acciones que una profesora de ciencias de educación secundaria despliega en el aula para promover la participación de sus alumnos en la realización de un proyecto. Los datos empíricos provienen de una colección de cuatro sesiones de clase, así como de entrevistas realizadas a la profesora antes y después de las mismas.

La gestión de la participación que configura el/la profesor/a al desarrollar el proyecto muestra las siguientes cualidades: la promoción de distintos niveles de responsabilidad del alumnado en las tareas asociadas al desarrollo del mismo, la búsqueda del logro de ciertas intenciones de aprendizaje expresadas en términos de sentidos de la participación, la generación de distintas aproximaciones comunicativas al interior del grupo de aula y el empleo de recursos mediadores para apoyar la acción participativa de los/as alumnos/as.

El análisis aquí presentado permite delinear una serie de consideraciones para apoyar a los/as profesores/as de ciencias a gestionar la participación de los educandos en el desarrollo de experiencias de trabajo por proyectos.

1. Introducción

Enseñar ciencias es una actividad profesional en constante construcción y resultado de la apropiación de múltiples saberes. Su razón de ser radica en la intención deliberada de introducir a las nuevas generaciones al mundo de las ciencias como una de las mayores áreas de actividad intelectual y profesional, cuyo conocimiento es un derecho y herencia cultural inalienable (Fumagalli, 1997).

Enseñar ciencias es una labor compleja porque está atada al desarrollo del conocimiento científico y tecnológico y a la generación de innovaciones pedagógicas derivadas de la investigación sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Es compleja, también, porque los/as profesores/as tienen que enseñar un currículo científico, cada vez más amplio y exigente, a alumnos con diversos orígenes, intereses y motivaciones, muchas veces en condiciones escolares y de aula limitadas. Parte importante de la ardua labor de enseñar ciencias es que los/as profesores/as tienen que hacer el máximo esfuerzo por convencer a sus alumnos para que “quieran” aprender lo planteado curricularmente y, además, para que “quieran” trabajar y participar en las actividades que les proponen para que logren los propósitos de aprendizaje.

Aunque los/as profesores/as sean responsables de enseñar y los/as alumnos/as sean los destinatarios, en el contexto del aula todos contribuyen a que la enseñanza de las ciencias sea una construcción colectiva. Los/as docentes de ciencias saben,

derivado de su experiencia y reflexión sobre la práctica cotidiana, que no pueden enseñar sin la participación de sus alumnos. Constantemente se preguntan si las actividades que planean e implementan en el aula u otros espacios escolares, así como los materiales y recursos que seleccionan para acompañar el desarrollo de éstas, motivan a sus alumnos y despiertan en ellos un interés por aprender ciencias.

En este capítulo describo y analizo cómo una profesora de ciencias de educación secundaria promueve la participación de sus alumnos durante las actividades que articulan el desarrollo de una experiencia de proyecto. Mi intención es comprender cómo y de qué manera la profesora promueve la participación de sus alumnos en la implementación del proyecto, así como los sentidos y significados de sus acciones en la construcción colectiva de las actividades de aprendizaje. Los datos aquí presentados fueron recabados durante un estudio más amplio en el que exploré el pensamiento y la práctica docente en el contexto del trabajo por proyectos en secundaria (Blancas, 2013). La selección del trabajo por proyectos como referente empírico para dicho estudio responde a la importancia que, desde el currículo de ciencias mexicano para educación secundaria, se le ha atribuido para contribuir a mejorar los procesos de enseñanza de las ciencias y generar en los/as alumnos/as un alto nivel de motivación para aprender.

Parte importante de la investigación sobre las prácticas de enseñanza de profesores/as de ciencias se ha realizado desde distintas perspectivas teóricas y metodológicas, y con propósitos muy diversos. La aproximación a la enseñanza de las ciencias que aquí presento busca rescatar lo mejor de las prácticas de los/as profesores/as, así como reconocer, más que valorar o comparar con categorías teóricas *a priori*, los esfuerzos que hacen por involucrar e implicar a sus alumnos en las actividades de aprendizaje. Al respecto, considero que los acercamientos a la práctica de enseñar ciencias desde una perspectiva sociocultural (Candela, Rockwell y Coll, 2009; Guerra, 2011), en situaciones y contextos reales bajo ningún diseño u orientación experta, permiten avanzar en la comprensión de los aspectos interactivos, colectivos, comunicativos y cooperativos que se configuran en el aula para la construcción del conocimiento científico escolar.

En el primer apartado desarrollo el marco de referencia que orienta la descripción analítica, el cual permite conceptualizar el trabajo por proyectos y la noción de "gestión de la participación". Posteriormente, describo la propuesta curricular mexicana del trabajo por proyectos que se sugiere a los/as profesores/as de ciencias de educación secundaria. Como parte de este apartado, ofrezco una serie de reflexiones críticas en torno al discurso pedagógico que subyace en los documentos y materiales curriculares que articulan la propuesta oficial del trabajo por proyectos en secundaria. El tercer apartado constituye la parte nodal del capítulo; en él describo la experiencia de proyecto que implementó una

profesora centrando la mirada en la gestión de la participación de sus alumnos. En este apartado sitúo los datos aquí presentados e incorporo ejemplos de lo que realizaron la profesora y sus alumnos en los episodios de clase seleccionados, así como información proveniente de entrevistas y registros de observación.

Hacia el final del capítulo reflexiono y discuto los resultados derivados del análisis de la gestión de la participación aquí realizado, rescatando lo mejor de la práctica de la profesora y los esfuerzos que hace para implicar a sus alumnos en la experiencia de proyecto documentada. Esta discusión me permite delinear, finalmente, una serie de orientaciones generales para apoyar a los/as profesores/as de ciencias en el desarrollo de este tipo de estrategias didácticas, principalmente para promover la participación activa del alumnado.

2. Del trabajo por proyectos y la gestión de la participación

En los últimos años, en la *didáctica de las ciencias* se viene sosteniendo que las ciencias naturales son el resultado de una compleja actividad humana donde se usa y produce el conocimiento. La enseñanza de las ciencias naturales en situación escolar no puede serlo menos, también debe concebirse como una actividad con sus propias características, propósitos y campos de aplicación (Blancas, 2015; Izquierdo, 2000); la forma más usual de lograr esto es mediante el desarrollo de trabajos prácticos.

Los trabajos prácticos ofrecen experiencias de aprendizaje que no están disponibles en otras áreas curriculares; a través de ellos los/as alumnos/as tienen la valiosa oportunidad de comprender conceptos científicos, desarrollar habilidades y destrezas científicas, así como interesarse y motivarse por el mundo de las ciencias. Algunos autores han clasificado los trabajos prácticos en función de distintos criterios, finalidades, apertura o modelo didáctico (Caamaño, 2003; Díaz y Jiménez, 1999). Los trabajos prácticos que más se destacan para enseñar ciencias son los siguientes: experiencias, ejercicios prácticos, experimentos e investigaciones.

De manera particular, los trabajos de tipo investigativo implican la articulación de una variedad de actividades de investigación escolar. Estas actividades pueden considerarse como "*híbridos atribuidos a la cultura de la ciencia pero pertenecientes a la de la escuela*" (Reigosa y Jiménez, 2000: 276), es decir, tienen un valor intrínsecamente formativo. Las actividades de investigación escolar pueden ser desde muy estructuradas y dirigidas por los/as docentes, hasta abiertas y orientadas por los intereses de los/as alumnos/as (Bell, Smetana y Binns, 2005).

De acuerdo con Katz y Chard (2000), el trabajo por proyectos puede ser concebido como una particular forma de realizar investigaciones en la enseñanza de las

ciencias. El trabajo por proyectos implica un proceso de investigación de un tema que, en el contexto escolar, vale la pena estudiarse; puede ser realizado por un estudiante, un grupo pequeño de éstos o por todo el grupo que conforma la clase. Para Perrenoud (2000), el trabajo por proyectos en el contexto escolar permite lograr varios objetivos, los cuales pueden ser complementarios y no necesariamente excluyentes. Uno de los principales objetivos del trabajo por proyectos en la enseñanza de las ciencias es generar un ambiente de aprendizaje que promueva la continua participación de los estudiantes.

La aproximación al trabajo por proyectos que presento en este capítulo se centra en el papel de los/as profesores/as durante su desarrollo. Parto del supuesto de que son ellos los principales responsables de entablar la relación pedagógica, mediante la cual el trabajo por proyectos contribuye a la formación integral del alumnado.

Particularmente, la mirada está puesta en la gestión de la participación que los/as docentes configuran en el aula para promover que sus alumnos se involucren en las actividades que articulan el desarrollo de un proyecto. Entiendo la gestión de la participación como un proceso de la práctica de enseñar ciencias, mediante el cual los/as docentes despliegan una serie de acciones proactivas y con sentido, para hacer que los/as alumnos/as realicen, participen o se involucren en una determinada actividad física o mental con el fin de que se apropien de dominios relacionados con las ciencias –conceptos, habilidades, destrezas, actitudes–. Estas acciones se articulan de diversas formas en función de los contenidos que se trabajan, de las demandas del alumnado, del interés del profesorado o, en algunos casos, de las normas institucionales de la escuela. La gestión de la participación es un proceso mediado por las condiciones particulares en las que se configura la práctica de enseñanza, así como por los conocimientos y actitudes de los actores implicados y las formas de interacción y comunicación establecidas entre los mismos.

La gestión de la participación que llevan a cabo los/as maestros/as está íntimamente ligada con la apertura de espacios que posibilitan no sólo que los/as escolares se impliquen en determinadas acciones, sino que también se compartan determinados significados. De esta manera, la gestión de la participación puede considerarse como uno de muchos mecanismos de influencia educativa (Colomina, Onrubia y Rochera, 2001) que se configuran en el aula de ciencias. El resultado de lo que se pretende con esta gestión ocurre de forma gradual a través del tiempo de aula y a veces puede ser no observable. Esto ocurre porque la gestión de la participación forma parte de complejos eventos ocurridos en determinadas secuencias de tiempo y se ubica en escalas de tiempo bastante diversas. Además, está determinada en buena medida por la multidimensionalidad, simultaneidad, inmediatez e imprevisibilidad que se manifiestan y presentan durante el desarrollo

de las actividades y en los sucesos que ocurren dentro de las aulas de ciencias. Son estas características del aula las que orientan y determinan el sentido de la gestión del cuerpo docente.

A través de la gestión de la participación, los/as profesores/as promueven que los/as alumnos/as se impliquen en un proceso que conlleva el tomar y hacerse parte de una actividad social con sentido, compartir y relacionarse con otros dentro de dicha actividad y generar cierta afiliación e intervención activa en determinadas agrupaciones o comunidades (Lave y Wenger, 2003; Wenger, 2001). Algo que caracteriza este tipo de gestión, es que permite configurar el contrato didáctico que se establece entre profesores/as y alumnos en la práctica de enseñanza. En este contrato se encuentra, de manera implícita o explicita, el repertorio de significados que profesores/as y alumnos comparten en el contexto de aula: relaciones sociales, tipos de comunicación, uso de recursos, normas, formas de comportamiento, regulaciones, etc. Estos significados se construyen en la interacción cotidiana del trabajo de aula mediante el uso de determinados instrumentos, como el lenguaje, los materiales o recursos físicos y los patrones de comportamiento, entre otros.

La gestión de la participación permite que al interior del aula se construya un sentido común a través del compromiso mutuo entre profesores/as y alumnos (Lave y Wenger, 2003; Wenger, 2001). Este sentido común ofrece la posibilidad de que dichos actores educativos ocupen un lugar determinado en la práctica de enseñar ciencias y que entre ellos se negocie, comparta y resignifique el conocimiento científico escolar. A su vez, este sentido común abre la posibilidad de que profesores/as y alumnos sean un cierto tipo de persona en la práctica de enseñar ciencias.

Recurrir a la noción “gestión de la participación” me ha sido útil para comprender y valorar la práctica del profesorado de ciencias cuando implementan una particular experiencia de trabajo por proyecto, así como para reconocer las acciones proactivas que despliegan, con la intención de lograr que sus alumnos se involucren en tareas asociadas en su desarrollo. Es importante señalar que esta noción comenzó a emerger del continuo análisis de los datos empíricos recabados de la práctica de enseñanza. La noción ganó mayor claridad cuando se identificaron las acciones que la profesora en cuestión desplegó en su aula de clase con la intención, a veces implícita otras explícita, de hacer que sus alumnos se involucraran en el desarrollo del proyecto.

3. El trabajo por proyectos en el currículo de ciencias

En su diseño, el currículo está integrado, en sentido estricto, por el plan de estudios, los programas de estudio de las asignaturas y los libros de texto oficiales. Estos documentos curriculares constituyen parte de la normatividad pedagógica

que enmarca la labor de enseñar ciencias. En este sentido, la aproximación a la implementación del trabajo por proyectos en ciencias también debe partir de una valoración y reflexión de lo que oficialmente se declara, prescribe, propone o sugiere en el currículo. A continuación presento una descripción del trabajo por proyectos propuesto en el currículo de ciencias mexicano para Educación Secundaria (12 a 15 años de edad).

En este trabajo, hago alusión al Plan y Programa de Estudios 2006 (SEP, 2006, 2006a) debido a que, para el momento en que realicé el estudio, era el que se aplicaba en las escuelas secundarias y, además, de allí emanaron los primeros documentos curriculares en los que se introdujo el trabajo por proyectos como innovación educativa. Sin embargo, en las más recientes reformas curriculares a la educación básica –preescolar, primaria y secundaria–, las orientaciones generales respecto del trabajo por proyectos de la asignatura Ciencias no sufrieron cambios radicales, pero sí los temas a ser abordados en ellos (SEP, 2011).

En el contexto educativo mexicano, la Reforma de la Educación Secundaria de 2006 introdujo el trabajo por proyectos en el currículo de Educación Secundaria con la intención de apoyar a los/as profesores/as de las asignaturas de Artes, Ciencias, Español y Formación Cívica y Ética a diversificar las estrategias didácticas (SEP, 2006). En el Plan de Estudios se expresaba que:

> *Los proyectos son estrategias didácticas para organizar el trabajo escolar favoreciendo la aplicación integrada de los aprendizajes. Para que sea exitoso, el trabajo por proyectos requiere una gran participación de los estudiantes en el planteamiento, el diseño, la investigación y el seguimiento de todas las actividades. Una de sus ventajas es que permite reconocer y aprovechar el conocimiento, las experiencias y los intereses de los estudiantes, y ofrece oportunidades para preguntarse acerca del mundo en que viven, además de reflexionar sobre su realidad* (SEP, 2006: 48-49).

Es evidente cómo desde el Plan de Estudios se imprime en el trabajo por proyectos la posibilidad de que el alumnado se motive para aprender, así como el reconocimiento de que su desarrollo demanda de él una fuerte participación e involucramiento. Con respecto al papel del/de la docente, el mismo Plan 2006 señalaba:

> *Llevar a primer plano el trabajo de los alumnos implica la atención y actividad continua del docente para ayudarlos a ampliar su campo de interés, perfilar sus temas de investigación y orientar el proceso, de manera que se cumplan los propósitos establecidos en los programas y se integren los contenidos. Asimismo, demanda al docente verificar el cumplimiento de las actividades, ayudando a los alumnos a consultar bibliografía, orientar las búsquedas adicionales de información y ofrecer sugerencias de trabajo, alentar una buena comunicación* (SEP, 2006: 49).

En el Plan de Estudios 2006 para la Educación Secundaria se atribuye a los/as docentes la importancia de fungir como mediadores, gestores y orientadores de la actividad de los/as alumnos/as durante el desarrollo de un proyecto. Esto muestra el valor de acercarse a las prácticas de enseñanza reales, y en contextos variados, para dar cuenta de los esfuerzos que hacen los/as profesores/as para lograr que sus pupilos/as participen activamente en un trabajo por proyecto.

Por su parte, en el Programa de Estudios de la asignatura Ciencias (SEP, 2006a) se sostenía que el trabajo por proyectos permite contextualizar el estudio de las ciencias y favorecer en el alumnado el desarrollo de conceptos, procedimientos y actitudes de naturaleza científica. Los proyectos también fueron concebidos como un espacio oportuno para evaluar el aprendizaje de los/as alumnos/as. La fundamentación del trabajo por proyectos en el Programa de Estudios de la asignatura Ciencias es una reelaboración de la propuesta de Aurora Lacueva (2002).

En el Programa de Estudios se les propone a los/as docentes la realización de tres tipos de proyectos: científicos, tecnológicos y sociales (ver Gómez, A. en este mismo libro). Para llevar a cabo cualquiera de ellos se sugieren cuatro etapas: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación (SEP, 2006a:14-15). Además, el programa de las asignaturas de cada grado escolar, sugiere a los/as profesores/as la ejecución de un proyecto al final de los primeros cuatro bloques temáticos, y uno o varios a lo largo del quinto y último bloque (SEP, 2006a). Lo que se espera que aprendan los/as alumnos/as, como consecuencia de realizar un proyecto, es particular respecto de cada uno de los bloques temáticos de los programas de estudio de cada asignatura. Para ejemplificar estos aspectos, me referiré únicamente al proyecto de Ciencias III, que implementó la profesora cuya práctica analizo en este capítulo.

Para la asignatura Ciencias III con énfasis en Química, el programa sugiere dos proyectos denominados “¿Quién es el delincuente?” y “¿Qué hacer para reutilizar el agua?”. Con el primer proyecto se espera que los/as estudiantes apliquen conceptos relacionados con las propiedades de las sustancias y la conservación de la masa, reconozcan aspectos de los métodos utilizados en la investigación científica y valoren el impacto social de ésta. La sugerencia didáctica para este proyecto no describe ni señala actividades; sin embargo denota la promoción de habilidades relacionadas con el análisis de tablas y gráficas. Con el segundo proyecto se espera que los/as alumnos/as también apliquen conceptos científicos, así como distintos métodos de separación de mezclas y que sistematicen la información obtenida a través de ellos. Las sugerencias didácticas para este proyecto denotan la realización de una actividad experiencial y la organización y presentación de la información en tablas.

El libro de texto para esta asignatura (Chamizo, 2010), empleado por la profesora, respeta el nombre de los proyectos propuestos en el Programa de Estudios y desarrolla ambas sugerencias de proyecto. Esto es algo positivo, pues profesora y alumnos tienen la oportunidad de conocer las sugerencias de proyectos para realizar en el aula. En el cuadro 1 describo la propuesta de proyecto del libro de texto que fue implementada por la profesora en cuestión.

Cuadro 1. *Descripción del proyecto " ¿Quién es el delincuente?"*
Propuesto en Chamizo (2010: 80-82)

- Se describe el caso de un corredor olímpico que fue descalificado por encontrarle, en una prueba de *doping,* sustancias que mejoran su rendimiento; en esta descripción se detalla sobre el espectrómetro de masas.
- Ofrece información respecto al análisis en criminalística y menciona algunas fuentes de datos, como la dactiloscopia, la balística, tipo de sangre, perfil ADN y la patología.
- Plantea dos preguntas relacionadas con la conservación de la materia.
- Demanda una actividad en la que los alumnos tienen que identificar sus tipos de huellas dactilares.
- Describe el caso de un ladrón que ha robado una caja fuerte, de la cual la policía ha tomado las huellas digitales, y también de cuatro sospechosos (muestran las respectivas imágenes). Se pide al alumno que reconozca a qué tipo de huella corresponden las del ladró n y que señale quién de los cuatro sospechosos robó la caja fuerte.
- Demanda investigar en qué consisten o tras técnicas criminalísticas y sugiere tres de ellas. También pide investigar y analiza en equipo la utilidad social del análisis químico.
- Se pide a los alumnos, que en una tabla indiquen cuáles de los conocimientos ahí señalados fueron adquiridos con la realización del proyecto.

La propuesta del libro de texto empleado por la profesora, descrita en el cuadro 1, revela un proyecto que ubica el tema de investigación en situaciones sociales particulares y reales poco ajenas a los/as alumnos/as. Ofrece información factual sobre el tema, demanda la búsqueda de información relacionada con él y busca recuperar la que ya fue estudiada. El interés del proyecto parece ser mostrar una particular forma de investigar en asuntos sociales pero, a su vez, relacionarla con temas de química. La observación directa de imágenes, la derivación de

conclusiones y la búsqueda de información, son algunos de los procedimientos que promueve. Se trata de un proyecto dirigido y cerrado en el que la información tiene un papel central.

Al margen de lo hasta aquí descrito, quiero reflexionar acerca de la propuesta del trabajo por proyectos en el currículo de ciencias para la Educación Secundaria. Un análisis previo (Blancas, 2013) muestra que los niveles de concreción curricular con respecto a la enseñanza de las ciencias basada en proyectos están fragmentados y simplificados. De manera general, los proyectos como el aquí descrito, se caracterizan por ser poco desafiantes y estimulantes para el estudiantado. Esto constituye un problema de origen pues, al no tener buenos ejemplos de proyectos, se deja que los/as profesores/as innoven en la incertidumbre.

En su fundamentación, sería conveniente ampliar la información con respecto a la naturaleza de este tipo de estrategias de enseñanza, su finalidad con respecto a la formación científica, los aspectos metodológicos que implican, las formas en que pueden ser evaluados, etc. La propuesta curricular podría incorporar y detallar sugerencias de proyectos que involucren a los/as alumnos/as en una auténtica actividad científica escolar (Izquierdo, Sanmartí, Espinet, 1999). Es importante, además, que los proyectos les den la oportunidad de explicitar, movilizar y construir ideas acerca de qué es la ciencia, cómo se elabora, cómo se valida el conocimiento científico, cómo se comunica, cómo se relaciona la ciencia con la sociedad, etc.

La descripción y valoración del trabajo por proyectos en el currículo de ciencias para la Educación Secundaria que hasta aquí he realizado, sólo está centrada en los ideales retóricos que existen en los documentos curriculares oficiales. El razonamiento y la acción con respecto a dichos ideales, tanto de profesores/as como de alumnos, tienen su propio ámbito.

4. La gestión de la participación en la implementación de un proyecto en clase de química

Los datos que presento en este capítulo son parte de un estudio más amplio (Blancas 2013) en el que participaron, por invitación y de forma voluntaria, tres profesores/as de ciencias de una secundaria localizada al sur de la Ciudad de México. Aquí sólo retomo el caso de la profesora Gabriela (asignada con este nombre para fines de confidencialidad). Para cuando recolecté los datos del estudio, Gabriela contaba con 32 años de experiencia docente e impartía la asignatura Ciencias II (con énfasis en Física) a uno de los cinco grupos de segundo grado y Ciencias III (con énfasis en Química) a tres de los cinco grupos de tercero.

Inicialmente, entrevisté a Gabriela para explorar sus ideas, opiniones y actitudes en torno al trabajo por proyectos en la enseñanza de las ciencias. Posteriormente la observé durante cuatro sesiones de clase (todas con duración de 110 minutos) en

las que implementó el proyecto correspondiente al primer bloque de contenidos en uno de los grupos de tercer grado que tenía a su cargo (integrado por 38 alumnos). Es importante señalar que Gabriela no recibió ningún tipo de entrenamiento especial ni sugerencias para realizar el proyecto y el grupo observado fue decisión de ella. Después de realizar las observaciones de clase, conversé con Gabriela para profundizar en las acciones que más llamaron la atención de lo ocurrido con respecto a la realización del proyecto. Estas conversaciones se dieron en la misma clase, durante el traslado de un salón a otro, en las horas en que la profesora no estaba frente a grupo y en el receso.

Con ayuda de los registros de observación, elaboré una descripción general de cada una de las sesiones de clase observadas, lo cual permitió identificar diferentes momentos de la clase que variaron en el tiempo y aludieron a diferentes contenidos o propósitos; dichos momentos fueron denominados como *episodios de clase*. Posteriormente seleccioné y describí ampliamente aquellos episodios de clase en los que se presentó alguna actividad asociada con el desarrollo del proyecto. La descripción de estos episodios fue enriquecida con datos de las entrevistas o conversaciones, así como también con las propias observaciones de clase y con referentes teórico-conceptuales. En el cuadro 2 describo, de manera, general lo observado en las sesiones de clase y señalo los episodios en que éstas fueron divididas; los que están con letra más oscura corresponden a la realización del proyecto.

Cuadro 2. *Descripción general de lo observado en la implementación del proyecto*

Sesión	***Episodios* (¿Qué ocurre en la sesión de clase?)**
I	**1.** La profesora plantea a los alumnos la realización de un trabajo por proyectos. **2.** Los alumnos realizan una actividad experimental (no relacionada con el proyecto). **3.** Por indicaciones de la profesora, los alumnos se distribuyen en cuatro equipos y cada uno elige el tema del proyecto de su libro de texto. **4.** Profesora y alumnos realizan activación física.
II	**1.** La profesora organiza a los alumnos para entrar al aula de medios. **2.** La profesora da indicaciones a los alumnos sobre la elaboración de una presentación *Power Point* (PPT). **3.** Los alumnos, integrados en los equipos de trabajo, buscan información en Internet sobre el tema del proyecto.

III	**1.** La profesora organiza a los alumnos para entrar al laboratorio. **2.** La profesora da indicaciones a los alumnos sobre una actividad experimental no relacionada con el proyecto. **3.** Los alumnos, reunidos en equipo, realizan la actividad experimental. **4.** El grupo se organiza para ir al aula de medios. Los alumnos elaboran una presentación PPT. **5.** Los alumnos elaboran una presentación PPT.
IV	**1.** El primer equipo de alumnos expone su proyecto. **2.** El segundo equipo de alumnos expone su proyecto. **3.** El tercer equipo de alumnos expone su proyecto. **4.** El cuarto equipo de alumnos expone su proyecto.

A continuación describo las acciones que Gabriela desplegó en el aula para gestionar la participación de sus alumnos en el desarrollo del proyecto. Si bien cada una de estas acciones de gestión puede ser definida y referida a una finalidad particular, es importante reconocer que su despliegue en el aula tuvo presencia en diversos episodios de clase. Así, para cada acción de gestión descrita y analizada, señalo los episodios de clase en los que fue identificada.

4.1 PROMOVER ENTRE LOS/AS ALUMNOS/AS DIFERENTES NIVELES DE RESPONSABILIDAD

El trabajo por proyectos es una vía privilegiada para propiciar que los/as estudiantes sean sujetos activos en la construcción del conocimiento. Para lograr esto, es importante que el profesorado promueva entre sus alumnos distintos niveles de responsabilidad en las actividades que articulan el desarrollo de un proyecto. Esta fue una de las acciones que se presentó con mayor frecuencia en las sesiones de clase en las que Gabriela implementó, con sus estudiantes, el proyecto del primer bimestre.

En el episodio tres de la primera sesión de clase observada, Gabriela indicó a todo el grupo que se organizara en equipos de seis personas para elegir el tema de proyecto. Para ello, dio a sus alumnos/as la oportunidad de que integraran los equipos con compañeros con quienes se sintieran más cómodos. Esto es básico para favorecer la cooperación, la participación y el involucramiento en las tareas que demandan trabajo colaborativo. Posteriormente, Gabriela solicitó al grupo que revisara los temas de proyecto del libro de texto para que, en equipo, eligiera uno de ellos. Los/as alumnos/as revisaron su libro de texto y anotaron el tema elegido en una hoja, que entregaron a la profesora con el nombre de

los integrantes del equipo. Gabriela les asignó, como tarea para realizar en casa y de manera individual, la búsqueda de información relacionada con el tema de proyecto elegido.

En el episodio tres de la segunda sesión, los/as estudiantes, integrados en equipo, buscaron información en Internet sobre el tema del proyecto elegido. A pesar de que Gabriela no les dio indicaciones para que discutieran y acordaran la forma de realizar la actividad, este paso sí fue necesario para ellos. Antes de realizar la búsqueda en Internet, los/as alumnos/as se vieron implicados en un proceso de diálogo e interacción. En algunos equipos la búsqueda y selección de información fue repartida entre los integrantes; algunos buscaron información o datos y otros imágenes. Ésta distribución para realizar la actividad, si bien puede estar influida por el conocimiento respecto del funcionamiento de la tecnología que cada estudiante aporta al desarrollo de la misma (Sandoval y Blancas, 2011), muestra que la gestión de la participación no sólo recae en el/la docente; los/as alumnos/as también son agentes promotores de la misma.

Mientras los equipos trabajaban en la elaboración de la presentación (episodio cinco de la tercera sesión de clase), Gabriela constantemente fue pasando por cada equipo de trabajo para observar y orientar la actividad de los/as alumnos/as. El siguiente fragmento muestra cómo la profesora gestiona la participación de sus alumnos, con el fin de que elaboren la presentación del proyecto y logren conectar y relacionar el tema abordado con los contenidos de enseñanza:

> ***Ma:*** *Tienen que dar un comentario inicial de ¿por qué escogieron ese tema, eh?, ¿por qué les pareció importante? Incluyendo la química, ¿qué hace en este tipo de asuntos?, ¿cuál es la utilidad de la química?*
>
> ***Ao:*** *¿Esas las contestamos aquí?*
>
> ***Ma:*** *Sí claro, antes de empezar con toda la información, como después de la carátula más o menos, así una, dos, tres, cuatro...*
>
> ***Ao:*** *¿Con la información o las buscamos?*
>
> ***Ma:*** *No, ustedes, ustedes, esas las deben contestar ustedes, como para que reflexionen, hagan el esfuerzo eh...*

De acuerdo con Ash y Kluger-Bell (1999), las preguntas brindadas por la profesora pueden considerarse como de investigación porque, a través de ellas, busca que los/as alumnos/as se involucren en un genuino proceso de razonamiento respecto a un tema de indagación particular. En este sentido, considero que el planteamiento de preguntas investigables, que realiza Gabriela, puede concebirse como un punto de partida para propiciar que el grupo curso no sólo se responsabilice de su proceso de aprendizaje (Márquez y Roca, 2006), sino también que se motive para tratar de responderlas.

Un aspecto que sobresale en las cuatro presentaciones de proyecto de los equipos de trabajo, observadas durante la cuarta sesión de clase, es cómo a pesar de que la profesora reconoce en ellas ciertas flaquezas en cuanto a la información o estructura de las mismas, siempre valoró y reconoció el esfuerzo de sus alumnos/as para cumplir con las actividades. Por ejemplo, en el primer equipo, Gabriela destacó la organización e interés de los/as integrantes, mientras que en el segundo reconoció que los/as alumnos/as hicieron un buen resumen de información. Este tipo de "reconocimientos" son valiosos, porque a través de ellos el alumnado percibe que sus esfuerzos intelectuales no son en vano, lo cual abre la posibilidad de ir configurando en el aula las bases necesarias para que se interese, involucre y participe en el trabajo escolar (Mercado y Luna, 2013).

4.2 BUSCAR EL LOGRO DE DISTINTAS INTENCIONES DE APRENDIZAJE

La gestión de la participación de los/as alumnos/as, en el desarrollo del proyecto que implementó Gabriela, tuvo como cualidad el estar asociada al logro de ciertas intenciones de aprendizaje. Durante las sesiones de clase observadas, fue recurrente que Gabriela demandara de sus alumnos el logro de ciertos objetivos, no sólo asociados con el desarrollo del proyecto, sino con el aprendizaje de las ciencias.

Por ejemplo, en el episodio tres de la primera sesión de clase observada, todos los equipos de trabajo eligieron el mismo proyecto, el denominado "¿Quién es el delincuente?". En una conversación posterior a la sesión de clase, Gabriela comentó que esta decisión de los/as estudiantes fue por el tema de "sustancias", el cual habían abordado con mayor amplitud y con distintas actividades durante el primer bloque. Tal parece que la forma en que la profesora enseña los contenidos científicos escolares, influye para que los/as alumnos/as se inclinen por determinado tema de proyecto. La participación en una actividad transcurre de manera espacial y temporalmente extensa, es decir, va más allá de los espacios y tiempos en los que se demanda realizar dicha actividad (Nespor, 1994). En este sentido, motivarlos para que realicen un proyecto comienza desde las sesiones de clase previas y no necesariamente en los tiempos curricularmente asignados o en los que se desarrolla una actividad determinada.

Mientras los equipos se dedicaron a buscar información en Internet, relacionada con técnicas criminalísticas e imágenes asociadas al tema (episodio tres de la segunda sesión de clase), Gabriela pasó a validar el trabajo que cada equipo y sus respectivos integrantes estaba desempeñando. En la mayoría de los equipos Gabriela pidió a los/as alumnos/as que no seleccionaran información compleja y que no lograran entender. La profesora estimuló en el aula estrategias que promovieron diferentes niveles de lectura de los textos de Internet, a partir del planteamiento de distintos tipos de preguntas: Inferenciales (p.e.: *¿Qué información les brinda esta página y*

qué es lo que saben de eso que les dice?¿Necesitan saber más cosas?), evaluativas (p.e.: *¿De aquí, de esta página, qué información sería la más importante y por qué? ¿Esta información es nueva para ustedes o ya la habíamos visto en clases pasadas?*) y creativas (p.e.: *A ver, ¿como para qué les puede servir esta imagen?).*

Las preguntas planteadas por Gabriela a sus alumnos/as tienen la intención de que éstos/as logren desarrollar otro tipo de conocimientos y habilidades que también tienen que ver con la actividad científica, como lo es el análisis de información proveniente de diversas fuentes (estrategia fundamental para la generación del conocimiento científico escolar) y la argumentación (una de las tantas competencias científicas básicas a promover en los niveles educativos básicos). En general, cuando se alude a las habilidades que hay que promover en la enseñanza de las ciencias, usualmente se piensa en aquellas relacionadas con la actividad experimental (observar, plantear y probar, hipótesis, indagar, recoger datos, entre otras), sin embargo, también es importante que los/as profesores/as promuevan aquellas que permiten a los/as alumnos/as expresar y comunicar sus ideas (Izquierdo y Sanmartí, 2000).

En el episodio cinco de la tercera sesión de clases, también se observó esta forma de promover la participación de los/as estudiantes. A su paso por los equipos, para revisar el desarrollo del trabajo, en la construcción de la presentación de *Power Point*, fue común que Gabriela hiciera referencia a aspectos relacionados con la información del tema de proyecto:

> ***Ma:*** *A ver, apúrense que eso es nada más la carátula, faltaría la información, es lo que yo quiero ver. La información es lo que tiene tu libro más lo que tú ya investigaste.*
>
> ***Ao:*** *Esto fue lo que yo investigué, las características de un método de identificación que se basa en…*
>
> ***Ma:*** *Eso, junto con lo que tu libro trae de información, tienes que complementar y dar una reseña breve de todo lo que concierne a tus temas, un resumen, lo que tiene en el libro tiene más información.*
>
> ***Ao:*** *¿Van a ser las preguntas y todo eso?*
>
> ***Ma:*** *También.*

La intervención muestra cómo Gabriela pone la información como el aspecto central del proyecto implementado y cómo el libro de texto juega un papel complementario en la información referida al mismo. Esto denota que la relación que los/as alumnos/as establecen con el conocimiento científico escolar es mediada por la interacción con la docente y que, a su vez, ponen en acción dos procesos de razonamiento: comprender el contenido de los elementos expuestos

por su profesor/a y entender las reglas sociales de participación (Rockwell, 2003). Estos procesos son importantes en el paulatino proceso de apropiación de los contenidos científicos escolares, que van más allá de una mera actividad de aula.

4.3 PROPICIAR DIFERENTES MODOS DE COMUNICACIÓN

De acuerdo con Márquez (2008), enseñar y aprender ciencias es, básicamente, un proceso de comunicación entre profesores/as y alumnos, y entre los mismos alumnos. En este sentido, la comunicación es una parte esencial de toda aquella actividad que se configura en el aula de ciencias. La gestión de la participación que promovió Gabriela entre sus estudiantes para desarrollar el proyecto estuvo apoyada en distintos modos de comunicación. Fue a través de las interacciones verbales, que Gabriela logró hacer disponible el conocimiento para realizar el proyecto y apoyar a los/as alumnos/as en su posterior internalización.

En el episodio uno de la primera sesión de clase, Gabriela explicó a todo el grupo la elaboración de un proyecto como parte del primer bloque de contenidos, con el cual darían por concluidas las actividades correspondientes a dicho bloque. Esto fue algo de lo que expresó:

> ***Ma:*** *A partir del día de hoy sigue el trabajo por proyectos. Ya terminamos nuestro primer bloque de temas y ahora sigue este tipo de trabajo. En su libro están los temas de proyectos, si nos da tiempo el día de hoy hacemos equipos para este tipo de trabajo, de todas maneras tienen que leer de tarea los dos temas que hay de proyectos, que uno es acerca de un delincuente y otro acerca de purificación de agua. Los leen porque la siguiente clase, mañana, van a tener que escoger uno de los dos temas para trabajar y formaremos equipos de seis estudiantes para hacer ese trabajo de proyectos. ¿Alguna duda?*
>
> ***As:*** *¡No!* (Los/as alumnos/as responden en voz alta y a coro).
>
> ***Ma:*** *¿No?, bueno. Ahora sí, continuamos con la práctica que me tienen que entregar hoy.*

En este diálogo se puede identificar que el tema del proyecto tiene como fuente lo sugerido por el libro de texto y muestra que Gabriela comunica a sus alumnos las dos propuestas de proyecto de su asignatura. Este aspecto de su práctica es interesante porque denota que la profesora tiene conocimiento de los proyectos que curricularmente se le proponen implementar. El patrón discursivo identificado en esta interacción entre Gabriela y sus alumnos es de tipo interactiva-dialógica (Mortimer y Scott, 2003). Se puede apreciar a una profesora de ciencias que busca motivar a sus alumnos para que elijan alguna de las dos propuestas de proyecto, así como de despertar el interés por el tema que respectivamente se aborda en ellos.

En el episodio cinco de la tercera sesión de clase, durante la construcción de la presentación de *Power Point*, fue constante que Gabriela interactuara con sus alumnos/as. Por ejemplo, en algunos casos, ella los orientó en la organización de la presentación:

> ***Aa:*** *Maestra...*
>
> ***Ma:*** *¿Mande?*
>
> ***Ao:*** *¿Tenemos que poner lo de las preguntas que nos había dado? ¿Qué es cómo?*
>
> ***M:*** *Sí, ¿qué sé?, primero ¿qué sé?; es lo primero que van a poner en la información. No, primero ¿qué o cuál es el problema que presentamos aquí?, luego ya ¿qué se? Aquí quiero conocer toda la información que ya tuvieron de la otra clase y del libro y lo van aquí a seleccionar lo más importante, sigue, ¿qué quiero saber?*
>
> ***Aa:*** *¿Y también qué hice, no?*
>
> ***Ma:*** *Si, o sea son como cuatro partes, pueden repartirse en las dos máquinas, acuérdense que lo van a presentar, explicar todo, rápido.*

Esta interacción muestra cómo Gabriela retoma las preguntas que había proporcionado a sus alumnos en el episodio dos de la segunda sesión de clase. Estas preguntas son una aportación de la profesora a la realización del proyecto en el aula, puesto que éstas no aparecen en la propuesta curricular. El patrón discursivo identificado en esta interacción entre Gabriela y sus alumnos adopta la forma de un diálogo triádico PRE (pregunta-respuesta-evaluación). El propósito de la profesora no sólo es brindar información a sus alumnos/as, sino también imponer, en cierto modo, el punto de vista de la ciencia escolar pero respetando lo realizado por ellos/as. En este sentido, este tipo de interacción entre profesora y estudiantes se relaciona con una comunicación de tipo interactiva-autoritativa (Mortimer y Scott, 2003).

4.4 UTILIZAR RECURSOS MATERIALES PARA APOYAR LA PARTICIPACIÓN

La gestión de la participación conlleva el empleo de ciertos recursos físicos y materiales para apoyar el involucramiento del estudiantado con las actividades o tareas que se le demanda realizar. Durante la observación de la práctica de Gabriela al implementar el proyecto, fue evidente cómo recurrió al empleo de las tecnologías de la información y la comunicación como principales recursos para propiciar la participación de sus alumnos en el desarrollo de las actividades asociadas al mismo. El libro de texto, aunque también fue un recurso empleado por Gabriela y sus alumnos, ocupó un lugar secundario en el desarrollo del proyecto.

A partir de la segunda sesión de clase observada, los episodios identificados ocurrieron en el aula de medios, espacio escolar donde usualmente los/as profesores/as de secundaria llevan a sus alumnos cuando hacen uso de tecnologías en sus actividades de enseñanza. El aula de medios de la secundaria donde realicé el trabajo de campo contaba con 15 equipos de cómputo con conexión a Internet, un videoproyector y mesas de trabajo y estaba a cargo de una profesora. La disponibilidad de este tipo de recursos es uno de los principales aspectos que influyen para que los/as docentes de ciencias hagan uso de los espacios en que éstos se encuentran, y a los que recurren para incentivar la participación de los/as alumnos/as en el desarrollo de las actividades (Hernández, 2011). Hacer disponibles los recursos requeridos para realizar un proyecto es el primer paso para propiciar que ellos/as participen en las actividades que lo articulan.

Gabriela asignó dos computadoras a cada uno de los seis equipos de alumnos, de tal manera que tres integrantes trabajaron en una y el resto en otra. Esta forma de "repartir" a los/as alumnos/as es una acción docente que tiene el sentido de hacer que todos participen en las actividades y está influida por las condiciones de aula en las que se configura la práctica de enseñar ciencias.

Gabriela pidió a sus alumnos que se dedicaran a complementar la información sobre el tema del proyecto que previamente les había dejado buscar como tarea en casa. Para ello les pidió que buscaran información en Internet apoyándose de las páginas sugeridas por el libro de texto. Algunos alumnos expresaron a Gabriela que estas páginas de Internet no contenían información relacionada con las sustancias químicas, tema abordado en el proyecto "¿Quién es el delincuente?"; otros le hicieron saber que las páginas simplemente no existían. Estos imprevistos condujeron a Gabriela a pedir a sus alumnos/as que recurrieran al buscador *Google* para realizar dicha actividad.

El uso que Gabriela hace de Internet promueve que sus alumnos amplíen información con respecto a la que proporciona el libro de texto. Esta acción es una de las formas en que los profesores/as de ciencias hacen uso de las tecnologías en sus prácticas de enseñanza (Blancas y Rodríguez, 2013). Para Gabriela, esta forma de usar Internet en su clase le permite supervisar y observar lo que hacen los/as alumnos/as cuando emplean este recurso tecnológico y, a su vez, orientarlos/as en la búsqueda de información. Además, y desde la perspectiva de la profesora, es una forma de poner al alcance de todos sus alumnos los recursos materiales necesarios para realizar el proyecto.

5. Reflexiones en torno a la implementación del proyecto

La descripción de los episodios de clase en los que se desarrolló un particular proyecto muestra cómo dicha estrategia acentúa una rica y compleja interacción entre profesores/as, alumnos, contenidos de enseñanza y el contexto en el que

se desarrolla la clase. Particularmente, la gestión de la participación de los/as alumnos/as que lleva a cabo la profesora en el desarrollo del proyecto muestra las siguientes cualidades: la promoción de distintos niveles de responsabilidad del estudiantado en las tareas asociadas al desarrollo del mismo, diversos sentidos de la participación expresados en términos del logro de ciertas intenciones de aprendizaje, la configuración de distintas aproximaciones comunicativas al interior del grupo y el empleo de recursos para apoyar la acción participativa.

La profesora involucró a sus pupilos/as en actividades que fueron una creación de su trabajo docente, una producción suya y una forma de reelaborar la propuesta curricular. Esto difiere con lo señalado por Apple (1989), quien considera que, ante una estructura escolar bastante prescriptiva y restrictiva, el profesorado tiene pocas posibilidades de llevar a cabo un trabajo profesional creativo e intelectual. Estos hallazgos son similares a los reportados por algunos estudios que dan cuenta de cómo los profesores/as despliegan un conjunto de acciones proactivas y conocimientos frente a las propuestas y demandas curriculares que buscan promover la investigación en las aulas de ciencias (Forbes y Davies, 2010; Roehrig, Kruse y Kern, 2007; Schneider, Krajcik y Blumenfeld, 2005; Wallace y Kang, 2004).

De manera general, el proceso de implementación que lleva a cabo la profesora Gabriela pone en evidencia la vinculación de la noción "investigar en Internet" con el desarrollo de un trabajo por proyectos. Esto derivó en la realización y articulación de actividades con tecnología, tales como realizar búsquedas temáticas sobre algún tópico particular en Internet, elaborar documentos en un procesador de texto, crear una presentación multimedia con un gestor de diapositivas y exponer públicamente el contenido. Este tipo de actividades han sido señaladas por Area (2006) como características de los trabajos por proyectos que, en el contexto escolar, se realizan con ayuda de herramientas tecnológicas.

Las actividades que articularon la experiencia de proyecto aquí documentada, muestran un nivel de investigación guiada semi-abierta (Bell, Smetana y Binss, 2005); si bien se proporcionó a los/as alumnos/as un problema y/o tema de investigación cuyo referente fue el libro de texto, el desarrollo y comunicación del mismo quedó en sus propias manos. El papel de la profesora se limitó a guiar y orientar el particular trabajo de los equipos en las distintas actividades y a buscar que en ellas lograran conectar y ligar el tema del proyecto con contenidos propios de su asignatura. En las sesiones de clase, la profesora transfirió la responsabilidad del proyecto a sus alumnos, lo cual derivó en que éstos tuvieron un papel proactivo en dicha experiencia. Los/as alumnos/as trabajaron en equipo y, desde su perspectiva, de forma colaborativa. También mantuvieron una participación activa durante la realización del proyecto, lo cual se vio evidenciado en que todos los equipos de alumnos cumplieron con la realización del proyecto. En este sentido, la experiencia de proyecto que aquí he descrito puede concebirse como alejada del

tratamiento tradicional adjudicado a la enseñanza de las ciencias (Fernández, *et. al*., 2009; Rodríguez y López, 2006).

Es conveniente hacer notar los rasgos centrales de la experiencia de proyecto en la que la profesora Gabriela y sus alumnos se vieron involucrados. El proyecto se limitó a una búsqueda de información en Internet respecto del tema abordado. La profesora logró pasar la responsabilidad del proyecto a sus alumnos, lo cual derivó que éstos, integrados en equipos de trabajo, se involucraran en auténticas actividades de investigación documental por Internet y, a su vez, en la elaboración de contenidos y documentos. Un equipo de alumnos presentó una actividad vivencial similar a la sugerida por el libro de texto, otro resolvió el problema planteado por dicho material y dos más presentaron una exposición oral ordenada, coherente y exitosa a la vista de la profesora. Aunque todos los equipos trabajaron, la presentación y exposición de algunos de ellos se vio limitada e impedida debido a las condiciones de trabajo escolar, tales como el tiempo de clase y la entrega de calificaciones.

Los rasgos anteriores, más que aspectos negativos, deben concebirse como acciones loables y plausibles en la experiencia de proyecto implementada por Gabriela. Los logros de esta particular experiencia no deben desestimarse ya que, desde la perspectiva de la profesora, constituyen una forma de trabajar con ahínco frente a las demandas y expectativas curriculares relacionadas con la enseñanza de las ciencias basada en proyectos.

6. Orientaciones para promover la participación de los/as alumnos/as en un proyecto

El trabajo por proyectos representa para la enseñanza de las ciencias una alternativa pedagógica, si se quiere generar una dinámica de aula en la que predomine la interacción constructiva entre profesores/as, alumnos, contenidos de enseñanza y contexto. Además, la principal ventaja del trabajo por proyectos es que genera excelentes oportunidades para que el estudiantado desarrolle y se apropie no sólo de conceptos, actitudes y habilidades científicas, sino también de aquellos de naturaleza cognitivo-lingüística. Tal y como se muestra en la experiencia de proyecto aquí documentada, en este tipo de trabajos los/as alumnos/as tienen relativa autonomía para generar, validar y comunicar el conocimiento científico escolar frente a la dinámica de interacción y participación que propicia el/la profesor/a.

El papel de los/as profesores/as en el desarrollo de un trabajo por proyectos en clase de ciencias es fundamental para lograr que los/as estudiantes avancen, en términos de involucramiento y participación, en la construcción del conocimiento científico. Son los primeros quienes aproximan a los segundos a distintas formas

de obtener, validar, interpretar, registrar, elaborar y comunicar la información que se produce durante un trabajo por proyecto. De esta manera, los/as docentes potencian los procesos de razonamiento de los/as alumnos/as y los conducen hacia niveles de participación y responsabilidad más complejos.

Para organizar y conducir en el aula de ciencias el desarrollo de un trabajo por proyecto, los/as profesores/as no siguen las "recetas" preestablecidas curricularmente. Algunos estudios han evidenciado cómo la propuesta curricular del trabajo por proyectos para la enseñanza de las ciencias en secundaria es transformada por éstos, al ser llevada a cabo bajo modos particulares y en función de una multiplicidad de condiciones escolares y de aula (Blancas, 2013; Blancas y Guerra, en prensa). En estos trabajos se ha señalado que es en la interacción que se configura en cada clase de ciencias donde el trabajo por proyectos se conforma y cobra sentido, algunas veces limitando y en otras aumentando las oportunidades de aprendizaje de los/as alumnos/as. Debido a que en este proceso la labor de los/as docentes es fundamental, a continuación ofrezco una serie de orientaciones para apoyarlos a incentivar o ampliar la gestión de la participación de sus alumnos durante el desarrollo de un trabajo por proyectos:

- Promover que los/as estudiantes se consideren como "recursos intelectuales", es decir, que se vean como parte de una comunidad de aprendices en la que todos, con su singularidad y particularidad, pueden ejercer cierta autoridad de conocimiento, en lugar de que ésta recaiga necesariamente en los/as profesores/as, libros de texto u otras fuentes de información.

- Propiciar que al inicio, desarrollo y cierre del proyecto los/as alumnos/as confronten entre sí sus argumentos, ideas o significados; que pongan en común distintas formas de actividad de la manera más efectiva y exitosa posible. Formularles constantemente preguntas puede ser una buena vía para ello.

- Desplegar en el aula atributos personales positivos para que se conviertan en ejemplos de socialización y colaboración mutua, es decir, los/as profesores/as deben mostrar simpatía, sinceridad, preocupación, interés y emoción por la actividad que despliegan los/as estudiantes durante el desarrollo de un proyecto.

- Procurar, a lo largo del desarrollo del proyecto, hacer conexiones y construcciones sobre el conocimiento y experiencia previa de los/as alumnos/as, así como también tomar en cuenta sus intereses, motivaciones, aspiraciones y contextos próximos. Será importante que el proyecto se vincule con temas científicos escolares socialmente relevantes pero pertinentes para los/as alumnos/as, a fin de lograr que le den sentido y significado a su acción participativa.

- Plantear y articular, constantemente, expectativas y orientaciones con respecto al comportamiento, participación y finalidades de las actividades que articulan el proyecto; esto puede ayudar a que los/as estudiantes tengan claridad de hacia dónde van o tienen que ir.

- Planear, implementar y evaluar experiencias de proyecto que persigan diversos objetivos (p.e.: Identificación de ideas previas, cambio conceptual, construcción de modelos científicos, argumentación científica) y que demanden de los/as alumnos/as auténticas tareas de indagación (p.e.: Cuestionamientos, experimentación, elaboración de evidencias y explicaciones, escepticismo, comunicación de resultados).

Cuando se incentiva al profesorado de ciencias a implementar nuevas formas de enseñanza, como lo es a través de proyectos, hay que tener presente que para ellos esto implica un proceso de apropiación; un proceso complejo de aceptación, de práctica y de introducción gradual a las rutinas cotidianas. Por ello es importante hacer disponibles diversos apoyos que ayuden a los profesores/as a encontrarle sentido a las innovaciones, para que no las ejecuten en la incertidumbre.

Al igual que a otras esferas de actividad humana (p.e.: Leer, ir al cine, practicar un deporte), al mundo de las ciencias se accede por gusto. El trabajo por proyectos en la enseñanza de las ciencias en Educación Básica, bien fundamentado y articulado, puede ser un camino para fomentar ese gusto. Por lo tanto, aún debemos reflexionar sobre la posibilidad que tiene el trabajo por proyectos de convertirse en una estrategia pedagógica valiosa y memorable para la enseñanza de las ciencias en Educación Básica. La razón es simple: una formación científica básica nos hace más humanos; y ahí es donde radica el valor de *enseñar ciencias*.

Referencias bibliográficas

Apple, M. (1989). *Maestros y textos*, Barcelona: Paidós.

Area, M. (2006). "Hablemos más de métodos de enseñanza y menos de máquinas digitales: los proyectos de trabajo a través de la WWW", *Kikiriki. Cooperación educativa*, Nº 79: 26-32.

Ash, D. y Kluger-Bell, B. (1999). "Identifying Inquiry in the K–5 Classroom", en *Inquiry Thoughts, Views, and Strategies for the K–5 Classroom,* Division of Elementary, Secondary and Informal Education, Directorate for Education and Human Resources, National Science Foundation, pp. 79-85.

Bell, R.; Smetana, L. y Binns, I. (2005). "Simplifying Inquiry Instruction: Assessing the Inquiry Level of Classroom Activities", *The Science Teacher*, 72(7): 30-33.

Blancas, J. L. (2013). *Investigar en el aula de ciencias. Experiencias e ideas docentes en torno al trabajo por proyectos en secundaria*. Tesis de maestría. México: DIE-CINVESTAV.

Blancas, J. L. (2015). "Enseñanza de ciencias naturales en educación básica. Retos y perspectivas", *AZ Revista de Educación y Cultura*, Núm. 91, marzo, 58-61.

Blancas, J. L. y Guerra, M. T. (en prensa). "Implementación del trabajo por proyectos en el aula de ciencias de secundaria: tensiones curriculares y resoluciones docentes", *Revista Mexicana de Investigación Educativa,* (ISSN 1405-6666).

Blancas, J. L. y Rodríguez, D. P. (2013). "Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias. El caso de una maestra de biología de secundaria", *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 9, (1), 162-186.

Caamaño, A. (2003). "Los trabajos prácticos en ciencias", en María Pilar Jiménez, (Coord.) Enseñar ciencias, (pp. 95-118), España: Edit. Grao.

Candela, A.; Rockwell, E. y Coll, C. (2009). "¿Qué demonios pasa en las aulas? La investigación cualitativa del aula", *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 8. http://www.uv.mx/cpue/num8/contenido.html (20 de marzo de 2013).

Chamizo, J. A. (2010). *Ciencias 3. Química*. 2ª edición, México: Edit. Esfinge.

Colomina, R.; Onrubia, J. y Rochera, M. J. (2001). "Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula". En C. Coll, *et al*. (comp.). *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2* (pp. 437-549). Madrid: Alianza Editorial.

Fernández, M.; Tuset, A.; Pérez, R. y Leyva, A. (2009). "Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales", *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (2): 287-298.

Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor, en H. Weissman (comp.) *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*, (pp. 15-35), Buenos Aires, Edit. Paidós.

Guerra, M. T. (2011). "Teachers' Ideas About the Nature of Science: A Critical Analysis of Research Approaches and Their Contribution to Pedagogical Practice", *Science y Education*, 21 (5): 631-655.

Hernández, O. (2011). *Procesos de apropiación de tecnologías de la información y la comunicación en docentes de secundaria que imparten la asignatura de Ciencias I (Énfasis en Biología)*, Tesis de Maestría, México: DIE-CINVESTAV.

Izquierdo, M. (2000). "Fundamentos epistemológicos" en F. Perales y P. Cañal (Coords.) *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, (pp. 35-64), España: Editorial Marfil Alcoy.

Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (2000). "Enseñar a leer y a escribir textos de ciencia de la naturaleza", en J. Jorba; I. Gómez y A. Prat. (Edits). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 181-193). Madrid: Editorial Síntesis.

Izquierdo, M.; Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). "Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales", *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1): 867-882.

Katz, L. y Chard, S. (2000). *Engaging Children's Minds: The Project Approach*, United States of America: Ablex Publishing Corporation.

Lacueva, A. (2002). *Ciencia y Tecnología en la escuela*, España: Editorial Popular.

Lave, J. y Wenger, E. (2003). *Aprendizaje situado: participación periférica legítima*, México: UNAM.

Márquez, C. (2008). "La comunicación en el aula", en C. Merino; A. Gómez y A. Adúriz-Bravo (Coords.) "Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales" (pp. 79-89), España: Universitat Autònoma de Barcelona.

Márquez, C. y Roca, M. (2006). "Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias", *Educación y Pedagogía*, 18 (45), 63-71.

Mercado, R. y Luna, M. E. (2013). *Saber enseñar: un trabajo de maestros. Análisis de la docencia en el aula y propuestas para mejorarla*, México: Ediciones SM.

Mortimer, E. y Scott P. (2003). *Meaning making in Secondary Science Classrooms*, Open University Press.

Nespor, J. (1994). *Knowledge in Motion: Space, Time and Curriculum in Undergraduate Physis and Management*, Nueva York: RoutledgeFalme.

Perrenoud, P. (2000). "Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿Por qué? ¿Cómo?", *Revista Tecnología Educativa*, 14 (3): 311-321.

Reigosa, C. y Jiménez, M. P. (2000). "La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio", *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2): 275-284.

Rockwell, E. (2003). "De huellas, bardas y veredas: una historia cotidiana en la escuela" en E. Rockwell y R. Mercado, *La escuela, lugar del trabajo docente. Descripciones y debates*, (pp. 8-52), México: DIE-CINVESTAV.

Rodríguez, D. P. y López, A. (2006). "¿Cómo se articulan las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula? Tres estudios de caso de docentes de secundaria", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (31): 1307-1335.

Sandoval, K. M. y Blancas, J. L. (2011). "Interacción en la apropiación del conocimiento científico en una actividad tecnológicamente mediada" en F. Jiménez, y M. Orozco (Comp.), *VI Congreso Internacional de Innovación Educativa*, (pp. 116-121), México: IPN.

Sardà, A.; Márquez, C. y Sanmartí, N. (2006). "Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias", *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 290-303.

SEP (2006). *Plan de estudios 2006. Educación básica. Secundaria*, México: SEP.

SEP (2006a). *Programa de estudio. Asignatura Ciencias*, México: SEP.

SEP (2011). *Programas de estudio. Asignatura Ciencias*, México: SEP.

Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*, Barcelona: Paidós.

Capítulo 4

QUÍMICA EN CONTEXTO CULINARIO

Núria Solsona Pairó

Contenido

Resumen

1. Introducción: El modelo de cambio químico

2. Contexto de desarrollo de la experiencia

3. Descripción del proyecto "Química en contexto culinario" en Educación Primaria

- *Actividades de diagnóstico inicial*
- *La cocina es un laboratorio*
- *¿Cómo se llama la leche con chocolate?*
- *¿Qué pasa cuando hierve la sopa?*
- *¿Qué ocurre cuando se quema el pan?*

4. Descripción del proyecto "La Química de la cocina" en Educación Secundaria

5. Implicaciones para la práctica docente

- *Dimensiones de la actividad científica escolar en "Química en contexto culinario"*
- *Metodología del proyecto "Química en contexto culinario"*

6. Proyecciones y conclusiones

Referencias bibliográficas

Resumen

El presente capítulo explica el proyecto de enseñanza y aprendizaje del modelo de cambio químico en secundaria y los pre-requisitos adecuados en primaria, ambos en contexto de aprendizaje culinario. El proyecto postula que el entorno culinario puede facilitar el aprendizaje en la fase de iniciación a la química, siempre que vaya acompañado de la correspondiente formación del profesorado. Para ello se describe la justificación teórica del proyecto, los contextos en que se realizó la experiencia, las actividades de aula más relevantes para llevarla a cabo y el análisis de las dimensiones de la actividad científica escolar que moviliza el proyecto. Asimismo, se destacan los aprendizajes relativos a la autonomía personal y la gestión del aula adecuada para la realización del proyecto.

1. Introducción: El modelo de cambio químico

La construcción del modelo de cambio químico en la enseñanza secundaria es uno de los objetivos centrales a abordar durante el proceso de aprendizaje. En trabajos de investigación anteriores hemos abordado las dificultades específicas que se presentan en el aprendizaje de la química, tanto en sus componentes factuales como teóricos, es decir tanto de los hechos como de los conceptos químicos (Solsona e Izquierdo, 1998). Es importante considerar que al final de la enseñanza secundaria, el alumnado interpreta los fenómenos químicos como si fueran fenómenos físicos (Izquierdo y Solsona, 1999).

Durante la infancia, los fenómenos químicos no son conceptualizables ya que sólo se identifican manifestaciones espectaculares de los mismos. Por ejemplo, un cambio de olor, un gas que se desprende, algo llamativo a los sentidos. La familiarización con estos fenómenos y conceptos son los pre-requisitos para abordar el estudio del modelo de cambio químico y, en la medida de lo posible, deberán ser abordados durante la enseñanza primaria. Así, se tratará el estudio de los materiales, los estados de agregación y las propiedades que estén al alcance de las edades escolares propias de la educación primaria. Asimismo, se podrá trabajar las ideas de mezcla y disolución con sus propiedades.

Desde las ciencias cognitivas se propone que el conocimiento científico se construya mediante el establecimiento de una relación de similitud entre un hecho y el modelo teórico que lo interpreta, de manera que lleguen a contenerse mutuamente (Izquierdo, 1996). Los modelos que va construyendo el alumnado durante el aprendizaje escolar le permiten explicar los fenómenos y razonar a partir de los experimentos o sistemas físicos a su alcance. El problema surge cuando debe introducirse un hecho nuevo que requiere un nuevo modelo, como el de cambio químico, puesto que es difícil llegar a captar la similitud entre él y otros fenómenos interpretados implícitamente con anterioridad mediante otro

modelo [cambio de estado] o considerándolo simplemente un fenómeno natural. En esta situación, lo importante es llegar a interpretar el fenómeno; cuando esto se consigue, el fenómeno adquiere las características del modelo y podrá funcionar como analogía para explicar otro fenómeno desconocido del mismo tipo (Solsona, Izquierdo y Gutiérrez, 2000).

La enseñanza de las ciencias debe ser experimental, pero prestando atención a la falta de sentido global de algunos experimentos escolares para el alumnado y su desvinculación de los conceptos teóricos. En la enseñanza secundaria, para construir el modelo de cambio químico proponemos trabajar las propiedades características de los materiales, las substancias puras ejemplificadas en el agua destilada, las diferencias entre substancias puras, mezclas y disoluciones y la estructura interna de los materiales, explicada mediante el modelo de partículas, como se indica en la Figura 1.

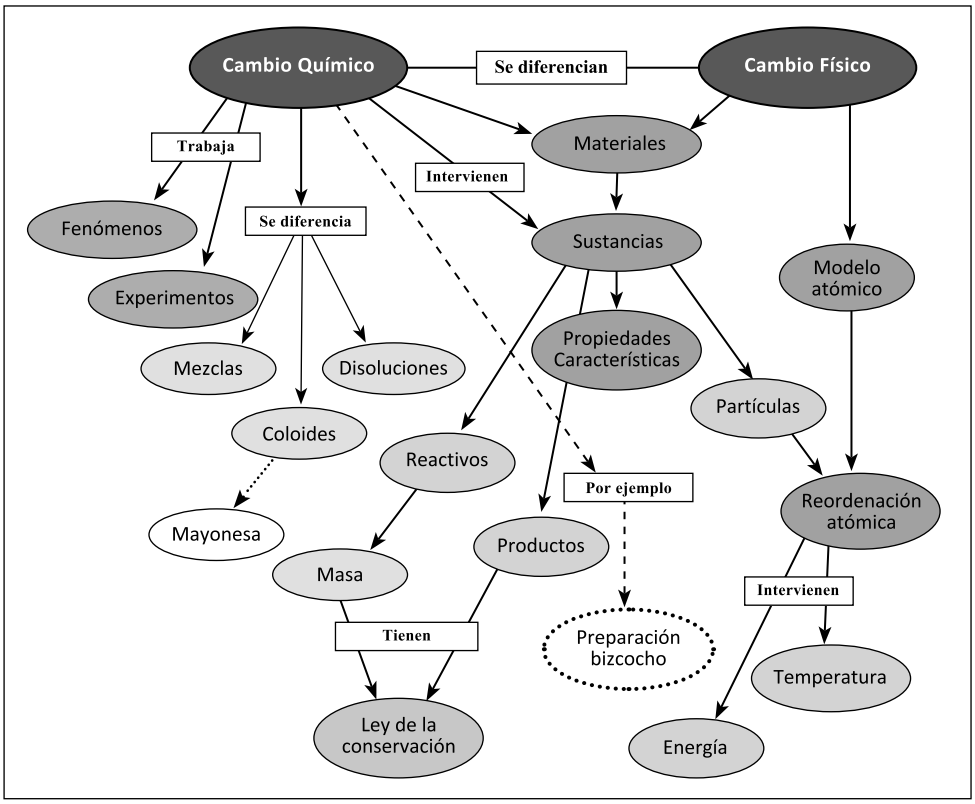


Figura 1. Mapa conceptual del modelo de cambio químico

Entendemos la ciencia como una actividad humana, moldeada por las condiciones económicas, sociales y culturales de la sociedad donde se desarrolla y por las condiciones personales de los miembros de la comunidad científica. El flujo que se ha establecido históricamente entre la cocina y el laboratorio muestra cómo algunos instrumentos químicos tienen su origen en instrumentos culinarios, por ejemplo el alambique, que empezó siendo una olla con tapa. Las primeras recetas alquímicas utilizaron sustancias habituales de la cocina y algunos procedimientos químicos fueron en primer lugar procesos culinarios.

El proyecto "Química en contexto culinario" intenta aprovechar contextos naturales y útiles para diversificar los espacios de aprendizaje, dentro y fuera de las aulas, tal como lo señalan Quintanilla, Orellana y Daza (2011). Es un proyecto de innovación educativa que incluye la incorporación de las aportaciones científicas de las mujeres al currículum educativo. La cocina es un espacio que se ha atribuido de forma sistemática a las mujeres, de forma que podemos decir que a lo largo de la historia, y también hoy día, es una experiencia más femenina que masculina.

Los conocimientos culinarios no son un conjunto de prácticas caseras, de conocimientos aprendidos por transmisión oral, sin una instrucción específica, transmitidos de madres a hijas, sin ninguna relación entre ellos. Las mujeres, de acuerdo con el funcionamiento cognitivo de las personas, no tienen ideas aisladas sobre las cosas, sino que disponen de un conjunto integrado de conocimientos con una consistencia interna que, como grupo, han elaborado y adaptado a las necesidades de cada momento histórico. Todo ello debe ser contemplado desde una perspectiva de enseñanza y aprendizaje caracterizada por una reflexión didáctica, es decir, se trata de facilitar los elementos para que el alumnado pueda adquirir una serie de conocimientos que en estas edades afectarán a su forma de estar en el mundo. Además esta propuesta forma parte de la línea de trabajo que intenta poner en duda la validez de los estereotipos tradicionales masculino/femenino. Mediante la reflexión sobre los saberes culinarios, presentaremos a las niñas y a los niños una serie de valores y signos que son distintos de los que se han asignado tradicionalmente a la masculinidad y a la femineidad. Si queremos ayudar a las niñas y a los niños en los procesos educativos que acompañan al desarrollo de su personalidad, a través de los cuales tomarán posición como futuras mujeres y futuros hombres, debemos pensar más allá del tradicional dualismo femenino-masculino.

La relación entre conocimiento cotidiano y conocimiento científico no puede ser de exclusión, sino que debe entenderse como un *continuum* no dicotómico. Hay que adoptar una perspectiva en la que las relaciones entre el conocimiento científico y otras representaciones del mundo no sean de superioridad. Si en lugar de considerar el conocimiento científico como la representación más válida desde el punto de vista del aprendizaje, se le concede un status relativo respecto a otros

tipos de saber, las relaciones entre las representaciones cotidianas, por ejemplo los saberes femeninos y las representaciones científicas, tienen importancia y ocupan su lugar. En la medida en que los saberes culinarios se organizan fundamentalmente en torno al cuidado de las personas y a la toma de decisiones de alguien que se ocupa de la educación y el bienestar de otras y otros, los valores tienen una importancia troncal en su articulación. Será tarea del o la docente destacar la importancia de valores como el bienestar, la armonía y la empatía.

La tradición en la que se asienta el currículo escolar, a pesar de no haber sido hecha exclusivamente por hombres, mantiene la exclusividad de una óptica y una perspectiva androcéntricas. Por ello, el establecimiento de los contenidos escolares viene marcado por las ausencias y distorsiones de los elementos culturales relacionados con los saberes de las mujeres. Los saberes científicos de las mujeres han sido de dos tipos: Una sabiduría que en contadas ocasiones ha coincidido con el saber oficial, y unos saberes que en la mayoría de los casos han circulado al margen, en los ámbitos de la vida privada o en ámbitos exclusivos de las mujeres.

El conocimiento científico considera a los sentimientos una carga de la que hay que deshacerse y, en su pugna por la objetividad y por eliminar al sujeto, utiliza procedimientos dogmáticos. Así tiene la potestad de decir qué es verdad y qué no, qué debe ser tomado en consideración y qué no, cómo se debe estudiar y cuáles son las fuentes a las que hay que acudir, sin mucha opción a réplica. Pero el sujeto no se puede eliminar del conocimiento, ni tampoco su subjetividad, ni su cuerpo ni su lengua, como es muy fácil de ver en las aulas (Solsona, 2008).

Entre los objetivos básicos de la orientación del currículum de química es importante promover el interés del alumnado por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana; abordar las implicaciones sociales y éticas del uso de la tecnología y adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico (Solsona, 1999). Afortunadamente, hoy disponemos de abundante bibliografía para realizar la transposición didáctica del aprendizaje de la química en contexto culinario. Los referentes a nivel internacional son abundantes (Belitz y Grosch, 1997; Coenders, 2001; Jacobsen, 2011; Jones, 2011; Lister Blumenthal, 2005; McGee, 2004; Quellen, 2012; This, 1993).

El proyecto “Química en contexto culinario” subraya el papel de la experiencia metacognitiva de la persona que aprende (Efklides, 2009). Las prácticas científicas culinarias aportan la información, con base en la cual la persona que aprende selecciona mejor las estrategias apropiadas para autorregular su aprendizaje. Las experiencias metacognitivas, es decir, sentimientos, estimaciones o juicios relativos a las tareas de aprendizaje, cobran mayor conciencia en el contexto del laboratorio-cocina. En concreto, las habilidades metacognitivas que tienen la

función de control de la metacognición, es decir, de aquello que la persona que aprende realiza deliberadamente para controlar el proceso cognitivo.

Algunas habilidades metacognitivas que se ponen en práctica en la química en la cocina son las estrategias de orientación, las de planificación, las de regulación del proceso cognitivo, las de verificación de la implementación de la acción planificada, las de evaluación del resultado de la tarea y las de recapitulación de la autorregulación. Las estrategias que se ponen en juego son:

- Las de orientación, que incluyen el planteamiento autónomo de preguntas sobre los requisitos de la tarea, posibles precauciones, contradicciones e informaciones ocultas que dificultan la comprensión de la tarea.
- Las de planificación, que son las que forman parte de una secuencia tentativa necesaria para la resolución de una tarea.
- Las de regulación del proceso cognitivo, que incluyen las de iniciación y terminación del proceso cognitivo, así como la gestión del tiempo.
- Las de las de verificación de la implementación de la acción planificada, que incluyen la detección de errores y retrasos en la ejecución, la detección de discrepancias entre la acción y el plan previsto, el uso apropiado de instrumentos, herramientas, etc.
- Las de evaluación del resultado de la tarea, que incluyen la valoración de sus resultados en relación a los criterios establecidos previamente.
- Las de recapitulación de la autorregulación, que incluyen la valoración del esfuerzo en conjunto, con fortalezas y debilidades, las causas de los resultados y las prospecciones de futuro.

2. Contexto de desarrollo de la experiencia

La experiencia “Química en contexto culinario” se desarrolló en educación primaria y en secundaria. En primaria bajo el nombre de “La actividad científica en la cocina” (Solsona, 2002), en cuatro centros pertenecientes a las Comunidades Autónomas de Castilla-La Mancha y Madrid (España). Su duración fue de tres cursos escolares, a partir de 2004-2005, previa formación del profesorado con carácter voluntario. En secundaria, bajo el nombre “La química de la cocina” (Solsona, 2003), se desarrolló en tres centros de secundaria de Barcelona (España), durante cinco cursos escolares. El profesorado implicado se organizó en forma de Seminario permanente de formación, con carácter voluntario.

Todas las experiencias contaban con el apoyo de la dirección del centro escolar y de las autoridades educativas del Ayuntamiento de la localidad, que en los centros

de secundaria suministró el presupuesto necesario para la dotación completa del laboratorio-cocina escolar.

En los centros de primaria se desarrolló desde la etapa infantil, con 4 años, hasta la edad de once años. Es importante destacar la participación de las madres y algún padre en la realización de la experiencia (Solsona, 2004).

3. Descripción del proyecto en Educación Primaria

El objetivo de las actividades de enseñanza y aprendizaje del proyecto "Química en contexto culinario", para las clases de Educación Primaria, es revalorizar la importancia de algunos saberes femeninos, en concreto de los conocimientos culinarios en nuestro entorno, y destacar su carácter de tarea indispensable para la vida de las personas y el buen funcionamiento de las familias y la sociedad.

Los saberes culinarios incluyen conocimientos científicos y sociales. Para un enfoque didáctico de los mismos, partimos de dos presupuestos básicos. El primero destaca que los saberes femeninos están relacionados con el conocimiento científico, considerado socialmente como el conocimiento más elaborado y de mayor prestigio. El otro punto de partida se refiere a la necesidad de poner de manifiesto el complejo entramado de contenidos presentes en los conocimientos culinarios asociados mayoritariamente a las mujeres, entre los que destaca la importancia concedida a los valores, a diferencia del conocimiento científico, donde tradicionalmente los valores no tienen un carácter troncal.

En la medida que compartimos la idea del papel activo de la niña o el niño en ir conformando cómo quieren ser, nuestra intención es valorar la importancia de los saberes culinarios asociados mayoritariamente a las mujeres y sugerir algunos cambios en los roles femeninos y masculinos. Este discurso y su práctica suministrarán modelos de imitación y referencia distintos de los que hoy son mayoritarios en nuestra sociedad. La niña o el niño podrán aceptar estos nuevos modelos de práctica de las tareas culinarias o confrontarlos con otros presentes en su entorno.

El proyecto agrupa, en un primer bloque, las actividades de exploración de las ideas del alumnado respecto de algunas preparaciones culinarias y qué importancia tienen en la vida de las personas. En el segundo bloque se agrupan las actividades que introducen las preparaciones con conocimientos científicos asociados a las mismas. En el tercer bloque se incluyen las actividades de aplicación de las ideas trabajadas en el bloque anterior en distintos contextos, en el ámbito personal y familiar, para comprobar si hay relación entre los aprendizajes teóricos y la práctica cotidiana.

3.1 ACTIVIDADES DE DIAGNÓSTICO INICIAL

En primer lugar recomendamos empezar con una actividad de exploración de ideas. En función de la edad de las niñas y los niños, se les pide dibujar o verbalizar las preparaciones culinarias preferidas de ellas y ellos. Por ejemplo, cómo se preparan las meriendas y desayunos o cómo ayudan a prepararlas a sus mamás, cuáles son más difíciles de preparar y por qué.

3.2 LA COCINA ES UN LABORATORIO

Esta es una actividad de introducción de nuevos conceptos. A partir de las ideas surgidas en la evaluación inicial sobre la complejidad o dificultad de las tareas culinarias, se introduce la idea de que en la realización de las preparaciones culinarias subyacen conocimientos científicos. Por ejemplo: en la cocina hay sólidos, líquidos y gases; los nombres que reciben en física los estados de agregación de los materiales. En la cocina casi no hay sustancias puras; se puede indicar que hace un tiempo para planchar la ropa se utilizaba agua destilada y que en la preparación de las comidas se usan los coloides.

Las niñas y los niños deben investigar los materiales que hay en la cocina de su casa y clasificarlos. Por ejemplo, el hielo, la sal, el azúcar, el mármol, como sólidos; el agua, el aceite, la leche, la sopa, como líquidos; el vapor de agua, el humo que sale cuando se quema algo, como gases. A determinadas edades hay que prestar atención al carácter material de los gases, puesto que las niñas y los niños creen que los gases no son sustancias materiales. Cuando rellenen la tabla es probable que ellas y ellos utilicen propiedades sensitivas para justificar la clasificación. Así, por ejemplo, dicen: “el agua es líquida porque no se puede coger”, “el azúcar es sólido porque se puede tocar”, etc. Aproximadamente a la edad de diez u once años puede ser interesante introducir el hecho de que la ciencia utiliza otras propiedades para clasificar las sustancias, como el volumen y la forma.

En el trabajo con el alumnado se puede utilizar la siguiente guía: **La cocina es un laboratorio**.

ACTIVIDAD 1

En la cocina hay muchas sustancias e instrumentos diferentes. Investigue los distintos materiales e instrumentos que hay en la cocina de su casa y haga una lista.

Materiales	**Instrumentos**

Pongan en común todos los materiales y sustancias que hay en el grupo.

En las cocinas del grupo hay:

Imaginen que queremos ordenar la cocina. Ya saben que hay distintos tipos de materiales: sólidos, líquidos y gases. Después de una breve discusión sobre qué es un sólido, un líquido y un gas, clasifiquen los materiales del grupo en la siguiente tabla, indicando el motivo de su clasificación.

Sólidos	**Líquidos**	**Gases**	**¿Por qué?**

Hagan la puesta en común con el conjunto de la clase.

3.3 ¿CÓMO SE LLAMA LA LECHE CON CHOCOLATE?

Ésta es una actividad de introducción de nuevos conceptos. Debemos distinguir los distintos estados de agregación de los materiales, los sólidos, los líquidos y los gases y los sistemas formados por dos o más materiales en función del grado de interacción entre sus componentes. Proponemos realizar una actividad centrada en los saberes culinarios. Para ello, a partir de los distintos tipos de sustancias que se usan o preparan en la cocina, como una comida dulce o salada, una vinagreta o una merienda, se introducen los conceptos de disolución, coloide y mezcla. Éstos son los nombres que reciben los sistemas formados por dos o más materiales. Según la edad del alumnado, se puede realizar simplemente una actividad de manipulación o bien se pueden introducir los conceptos físicos. Son ejemplos de disoluciones todas las sopas o jugos en los que no se aprecien los componentes, como el zumo de fruta, el sifón, el vinagre, el agua de la verdura, la lejía,... Cuando se pueden observar a simple vista los componentes que forman un sistema, como la masa de un *plumcake*, se trata de una mezcla. Otros ejemplos de mezclas son las ensaladas, las galletas con chocolate, la sopa de verduras, etc. Un coloide es un sistema formado por un líquido en el que se mantienen en suspensión pequeñas gotas o partículas de una sustancia insoluble en él. Son ejemplos de coloides la vinagreta, la mayonesa, un merengue, la clara de un huevo a punto de nieve, una espuma de chocolate, los quesos, la mantequilla, las jaleas, el agua con aceite,... El caso del agua y aceite es un coloide que al cabo de un tiempo se separa, el resto no se separan.

En el trabajo con el alumnado se puede utilizar la siguiente guía: ***¿Cómo se llama la leche con chocolate?***

El agua es una sustancia pura, es decir está formada sólo por agua. Cuando bebemos una naranjada no estamos bebiendo una sustancia pura, ya que está formada por agua y zumo de naranja entre otras cosas. Hay sustancias que sabemos que están formadas por más de una sustancia porque las hemos mezclado expresamente. Por ejemplo, la leche con chocolate del desayuno, saben que está formada por más de una sustancia, por la leche y el chocolate. A este tipo de sustancias, como la leche con chocolate, se les llama disoluciones.

Cuando su madre prepara una sopa de verduras realiza una mezcla.

ACTIVIDAD 2

- **Preparación de disoluciones: Una comida dulce o salada**

Investigue en la cocina de su casa las sustancias que estén formadas por más de una sustancia y haga una lista.

Materiales: 3 vasos de plástico, cuchara, agua, sal, azúcar, harina, arroz, chocolate.

- Prepare tres vasos con agua hasta la mitad. Añada a uno, azúcar, a otro, sal y a otro, chocolate.
- Agite bien cada disolución hasta que no se vea la sustancia que ha añadido.
- Pruebe el sabor que tienen.

Esta operación de añadir otra sustancia y realizar una disolución es la que hace su madre en la cocina cuando quiere que un plato sea dulce o salado, o que sepa a chocolate. El agua sabe a azúcar, a sal o a chocolate. Por lo tanto, estas sustancias no han desaparecido al hacer la disolución, siguen estando dentro del agua, disueltas.

Si se fija un poco, verá que al mezclar el agua con el azúcar, si agitamos bien no se observa la sustancia disuelta a simple vista. Se llaman **disoluciones**. Pero hay otros casos en los que al mezclar dos sustancias, por más que agitáramos, se pueden ver a simple vista las sustancias. Se llaman mezclas. Un ejemplo sería la mezcla de cereales que preparamos en el desayuno.

- **Preparación de mezclas: Vamos a preparar una merienda**

Materiales: plato, bolsas de cereales, bolsas de frutos secos, o los que decida el grupo.

- Mezclar los materiales que ha decidido el grupo, teniendo en cuenta realizar una buena presentación.
- Poner en común con el resto de la clase la mezcla preparada para merendar.

- Prueben los distintos platos preparados y realice una selección de los dos mejores por su presentación y por ser más apetitosos.

Cuando mezclamos dos sustancias podemos obtener otro resultado: **un coloide**. Muchas de las salsas que utilizamos de acompañamiento en las comidas son coloides.

Un coloide es un líquido en el que se mantienen en suspensión pequeñas gotas o partículas de una sustancia que es insoluble en él. Para ser un buen cocinero o una buena cocinera hay que saber preparar bien una salsa. La vinagreta y la mayonesa son coloides.

- **Preparación de una mayonesa o una vinagreta: Una salsa para acompañar**

Materiales: vaso, cuchara, aceite, huevo, sal, vinagre y cuchara de madera.

- Para hacer la mayonesa, coloque la yema del huevo en el vaso, batirlo con una cuchara de madera. Añadir el aceite poco a poco, dos o tres gotas cada vez. Batirlo con fuerza. Cuando la mezcla se espese añadir el vinagre y la sal, poco a poco y agitar continuamente.
- Para hacer la vinagreta, poner en el vaso una cantidad de aceite (3/4) y vinagre (1/4) y sal. Agitar enérgicamente y observen la formación del coloide.
- Explique el distinto comportamiento de la vinagreta y la mayonesa: ¿por qué la vinagreta se separa y la mayonesa no?

Hagan un resumen de lo trabajado en esta actividad, completando la siguiente tabla.

Disoluciones	**Coloides**	**Mezclas**	**¿Por qué?**

3.4 ¿QUÉ PASA CUANDO HIERVE LA SOPA?

Esta actividad es de introducción de nuevos conceptos: los cambios de estado que tienen lugar en la cocina. Por ejemplo, al hervir el agua que pasa de líquido a gas, al calentar la mantequilla, al congelar el agua o cualquier alimento, etc. Como en la actividad anterior, según la edad del alumnado, se puede hacer simplemente la manipulación de los cambios o bien introducir los conceptos físicos de los estados de agregación de los materiales: sólido, líquido y gas y los cambios de estado.

En el trabajo con el alumnado se pueden utilizar la siguiente guía: ***¿Qué pasa cuando hierve la sopa?***

En la cocina las sustancias cambian. Durante la preparación de la comida, las sometemos a distintos tipos de cambios: las cortamos en trocitos, las pulverizamos,... y les hacemos otros tipos de cambios. Por ejemplo, el agua la ponemos a hervir y cambia, pasa de agua líquida a vapor, pero sigue siendo agua. Otro ejemplo, una pastilla de mantequilla si la acercamos al fuego, se deshace y pasa de sólida a líquida. A este tipo de cambios se les llama cambios de estado porque la sustancia cambia de un estado a otro pero sigue siendo la misma sustancia.

ACTIVIDAD 3

Investigue los cambios de estado que hay en la cocina de su casa y rellene el cuadro siguiente, indicando los estados inicial y final del cambio.

Sustancia que cambia	**Estado inicial**	**Estado final**

3.5 ¿QUÉ OCURRE CUANDO SE QUEMA EL PAN?

La actividad es de introducción de los fenómenos químicos, pero no utilizaremos este término en general, en Educación Primaria. Hablaremos de cambios en los que se obtiene una nueva sustancia. Un ejemplo de cambio en el que se obtiene una nueva sustancia es la formación de caramelo. Cuando se forma caramelo, al calentar el azúcar, la sacarosa se descompone, cambia su estructura y forma un polímero, el caramelo. Otros ejemplos son la formación de queso, requesón o yogurt a partir de la leche, el quemar el pan u otro material, el cortar una cebolla o un ajo, la oxidación de algunas verduras y frutas al cortarlas, al hacer una tortilla, la cocción de un pastel, etc. La fermentación de la leche para formar yogurt y la consideración de la cocina como recurso educativo ha sido estudiada por otros autores (Arrieta y otros, 2011; Merino y otros, 2011).

En el trabajo con el alumnado se puede utilizar la siguiente guía: ***¿Qué ocurre cuando se quema el pan?***

En la cocina, en la preparación de las comidas, tienen lugar cambios de distinto tipo de forma simultánea y es difícil distinguirlos. Unos cambios son los que ya hemos estudiado, los cambios de estado de una misma sustancia, pero otros

cambios son distintos, son los cambios en que se obtiene una nueva sustancia al final del proceso. Hoy trabajaremos los cambios de sustancias en los que se obtiene una nueva sustancia.

Si cogemos un trozo de pan y lo ponemos en el horno, se vuelve duro y cambia de color. Primero se vuelve amarillo, después negro. Su textura varía, su sabor ha cambiado; también veremos que ha perdido peso... En lugar del pan tenemos un trozo de carbón. Ha ocurrido un cambio en el que se ha formado una nueva sustancia.

Al calentar el azúcar, se descompone y obtenemos una nueva sustancia: el caramelo. Ha ocurrido un cambio en el que se ha formado una nueva sustancia.

Otro cambio en el que se obtiene una nueva sustancia es la fabricación de requesón a partir de la leche, añadiendo limón. El limón no se puede poner en cualquier cantidad, sino que hay que añadir limón en una proporción determinada a la cantidad de leche que se dispone. Los cambios en los que se obtiene una nueva sustancia no ocurren con cualquier cantidad, hay que poner cantidades proporcionales. Por ello, en la cocina hay que trabajar con mucho cuidado poniendo las cantidades necesarias.

ACTIVIDAD 4

Observe cómo prepara su madre el caramelo para los flanes y el requesón.

Investigue los cambios en los que se obtiene una nueva sustancia, que se realizan en la cocina de su casa y complete la siguiente tabla:

Sustancia inicial	**Sustancia final**	**Nombre del cambio en que se obtiene una nueva sustancia**

4. El proyecto en Educación Secundaria

El proyecto "Química en contexto culinario" en Educación Secundaria es un ejemplo de diálogo entre los saberes científicos de las mujeres y el conocimiento de iniciación a la química, para 15-16 años, en contexto culinario. El proyecto propone una reflexión didáctica sobre la química en el laboratorio escolar y dado que ha sido ampliamente descrito en anteriores ocasiones (Solsona, 2006, 2012), a continuación indicaremos las características más relevantes.

Las actividades del primer bloque o epítome se organizan entorno a la idea de "¿Por qué la cocina es un laboratorio?", en donde se exploran conceptos básicos de química que son centrales en el currículum escolar, indispensables para la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente. Por ejemplo, en la cocina hay sólidos, líquidos y gases. En la preparación de la comida se usan y se forman mezclas, disoluciones y coloides, y el alumnado puede determinar las propiedades de sustancias como sal, azúcar, agua, harina, leche, etc.

En el laboratorio–cocina escolar, se puede estudiar los coloides, presentes en la vida diaria y en las preparaciones culinarias más apetecibles para la adolescencia. En la cocina se producen cambios físicos y químicos: ebullición del agua, la congelación del agua. En la cocina, los cambios físicos y químicos se producen simultáneamente, como en la preparación del caramelo o de un cocido.

Algunas actividades de la química de la cocina son:

- ¿Por qué soplamos la sopa cuando quema?
- Mezclas y disoluciones para desayunar.
- Coloides culinarios: salsas, gelatinas, crema catalana y otros postres deliciosos.
- Los cambios en la cocina: el baño María, preparación de un bizcocho, requesón y caramelo.

Las actividades de enseñanza y aprendizaje implican la realización de actividades manipulativas, experimentos de laboratorio, la preparación de recetas culinarias y la elaboración de textos científicos. En las actividades de clase, desde el primer momento relacionamos las explicaciones macroscópicas de los fenómenos químicos con las microscópicas, utilizando el modelo de partículas que posteriormente evolucionará al modelo atómico molecular. Por ejemplo trabajamos con sustancias, propiedades, modelo cinético, mezclas, disoluciones, coloides, cambios químicos, conservación de la masa, etc. En el laboratorio–cocina escolar hacemos caramelo, requesón a partir de la leche, observamos la oxidación de las frutas al cortarlas, hacemos tartas, etc.

Las preparaciones culinarias se realizan como experimentos en el laboratorio–cocina donde coexisten los instrumentos culinarios, el horno, la nevera, la batidora, la picadora, las ollas, cuchillo y tenedores, con los instrumentos del laboratorio escolar, las probetas, los vasos de precipitados, los embudos y las espátulas.

Una vez realizado el estudio de los cambios químicos culinarios macroscópicamente, hay que estudiar los cambios químicos a nivel microscópico. En la cocina se realizan muchos cambios en los que se obtiene una nueva sustancia, es decir

cambios químicos. Los cambios químicos que propician la transformación de los alimentos son la base de los diferentes procesos que gobiernan la práctica culinaria. Pero los cambios químicos no siempre son fáciles de reconocer. La preparación de un bizcocho o queque es un cambio químico paradigmático.

Trabajar en contexto culinario no significa hacer una química exclusivamente cualitativa o una química macroscópica. Todos los fenómenos culinarios que trabajamos y los experimentos que realizamos establecen su diálogo con el conocimiento químico, es decir van acompañados del informe científico y su explicación microscópica. No se trata de jerarquizar el conocimiento culinario y el químico, sino de entrelazar las dos experiencias en su disparidad, sin fundirlas, sin unificarlas, dejándolas vivir libres. Con mi propuesta de innovación en clase, intento transformar la jerarquía entre la química y la cocina en relación de autoridad, donde el rigor científico de la química y la autoridad de los saberes científicos de las mujeres se combinan.

Las explicaciones microscópicas son imprescindibles para una correcta comprensión química de los fenómenos culinarios. El alumnado tendrá que aprender a explicar los cambios químicos como reordenación atómica. Para ello, debe reconocer los reactivos y los productos de cada cambio químico y escribir la ecuación correspondiente con fórmulas. También aprenderá a representar la ecuación con el modelo de bolas. La ecuación química asociada a la acción de la levadura química en la preparación del pastel o queque es la reacción de un ácido (HX) con una base, el hidrógenocarbonato de sodio:

H_2O + calor

Ácido + Hidrógenocarbonato sódico → sal sódica + agua + dióxido de carbono

$HX + NaHCO_3 \rightarrow NaX + H_2O + CO_2$

Para hacer subir un bizcocho o queque y obtener el gas, dióxido de carbono, químicamente, la propiedad de los ácidos que se usa es la reacción con una base. Los grupos de trabajo en el aula pueden representar con el modelo de bolas la ecuación química asociada a la fermentación del bizcocho o queque.

En el trabajo con el alumnado se puede utilizar la siguiente guía: ***¿Por qué sube el bizcocho?***

El secreto en la fabricación de un bizcocho o queque es hacer subir la masa y esto es posible mediante el dióxido de carbono (CO_2). Hay dos maneras de producir dióxido de carbono: químicamente, a partir de sustancias inorgánicas o biológicamente, a partir de levaduras. Las levaduras son hongos microscópicos que están en el aire, en la piel de las frutas y en la cáscara de muchos cereales.

Si queremos obtener dióxido de carbono mediante un cambio químico, podemos utilizar levadura química formada por hidrógenocarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y ácido tartárico ($C_3H_6O_4$). Con la elevada temperatura del horno, estas sustancias reaccionan y producen un gas.

En el experimento de preparación del bizcocho o queque, se propone trabajar con recetas sencillas del entorno familiar. Se comparan las distintas recetas recogidas por el grupo, se decide la que se va a preparar y se reparten los ingredientes para hacerla el próximo día en clase. Se prepara el bizcocho o queque en grupo, en la cocina-laboratorio. Cada alumna o alumno debe escribir el informe científico del experimento, indicando qué gas se produce y qué propiedad de los ácidos se utiliza para hacer subir el pastel. Hay que identificar los reactivos y los productos, y escribir la ecuación química correspondiente, con palabras y fórmulas químicas.

ACTIVIDAD 1

Preparación de un pastel de chocolate

- *Ingredientes - Materiales:*

  200 grs. de chocolate
  100 grs. de azúcar
  1 paquete de nata líquida (200 cc.)
  1 cucharadita de levadura
  150 grs. de nueces
  3 huevos
  1 cucharadita de mantequilla
  Rejilla
  Un recipiente
  Microondas u horno
  Molde

- *Procedimiento:*

  Poner 100 grs. de chocolate trozado y la nata en el recipiente y calentar a potencia mediana durante 2 minutos.

  Batir las yemas de huevo con el azúcar hasta que la mezcla esté cremosa.

  Añadir el chocolate y la nata derretidos, las nueces trozadas y la levadura, mezclando bien. Luego incorporar las claras previamente batidas a punto de nieve.

  Poner toda la mezcla en un molde para horno, previamente untado con mantequilla, y hornearlo a potencia máxima durante 6 minutos en el microondas.

Una vez tibio, colocarlo sobre una rejilla.

Fundir el resto del chocolate en el microondas durante 2 minutos y cubrir con ello el pastel. Dejarlo en el refrigerador hasta el momento de servirlo.

- Conclusión:

Si se pone levadura en el pastel, se produce un cambio químico porque aparece una nueva sustancia. Se crean 2 gases: CO_2 y H_2O.

A nivel microscópico se rompen los enlaces de los reactivos; hay una reordenación atómica y entonces se forman nuevos enlaces en las sustancias.

$$HX + NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + H_2O_{(g)} + NaX$$

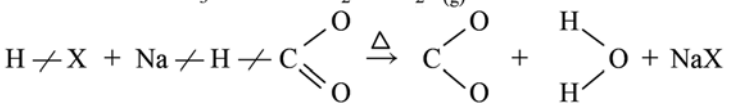


Figura 2. Informe científico de la preparación del queque de chocolate

5. Implicaciones para la práctica docente

5.1. DIMENSIONES DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR EN "QUÍMICA EN CONTEXTO CULINARIO"

El objetivo del aprendizaje científico es favorecer que el alumnado siga el proceso de modelización de los fenómenos y construya nuevos modelos mentales, para ser capaz de realizar nuevas inferencias. En el Grupo de Investigación LIEC del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona, poniendo las ideas del alumnado en el centro de la actividad científica escolar, hemos identificado seis dimensiones que la movilizan. El análisis de las dimensiones de la actividad científica escolar permite al profesorado conocer la riqueza contextual del proyecto "Química en contexto culinario.

La primera dimensión de la actividad científica escolar es la física, que se refiere a los sistemas físicos implicados en el fenómeno que queremos estudiar. Incluye los componentes, propiedades, datos que disponemos, instrumentos de observación, etc. Sin esta dimensión la ciencia escolar pierde su referente y pasa a ser una ciencia abstracta que dificulta el aprendizaje.

La segunda dimensión es la cognitivo-emocional, y se refiere a los modelos mentales y otras representaciones que ponemos en juego para intentar comprender el

sistema, además de las emociones implicadas en el proceso de comprensión. En esta dimensión están incluidas las relaciones de causa-efecto que creemos que hay en el sistema, el comportamiento del sistema, su posible modificación, lo que nos aportan los resultados experimentales y a qué otros sistemas se podrían aplicar. Sin esta dimensión se desactiva la motivación intrínseca para aprender ciencias, la tarea se vuelve tediosa y sin sentido.

La tercera dimensión es la pragmática, que se refiere a los problemas detectados en la actividad científica escolar y las acciones necesarias para resolverlos. Esta dimensión incluye las preguntas que nos hacemos, cómo podemos resolverlas, qué pasos concretos debemos realizar, qué tenemos que hacer durante la tarea y por qué. Además, si nos encontramos con un obstáculo importante, cómo lo resolvemos y cómo sabemos que hemos encontrado la solución que buscábamos. Sin esta dimensión, el aprendizaje se convierte en un traspaso de información inacabable, porque siempre será incompleto, y el papel del alumno o alumna no es activo ni central.

La cuarta dimensión es la comunicativa o lingüística, y se refiere a los lenguajes usados para comunicarse en todas las dimensiones: lenguajes orales, escritos, gráficos, audiovisuales,… Esta dimensión incluye todo aquello que podemos decir para comunicar lo que estamos haciendo, cómo podemos formular una justificación, una síntesis, si está bien presentada, etc. Sin esta dimensión sería imposible organizar y realizar cualquier tarea social o cognitiva en común, ni desarrollar o compartir un lenguaje que cada vez es más especializado y se compacta a medida que avanza la comprensión.

La quinta es la dimensión social de aula, que se refiere a la organización escolar para abordar los problemas objeto de estudio y aprender. Esta dimensión incluye la gestión de las tareas del alumnado y su relación con la profesora o el profesor. Permite medir el nivel de aceptación en la clase, por parte de las compañeras y compañeros, en el grupo y en los momentos de dificultad, si hay colaboración para resolverlos, etc. Sin esta dimensión las tareas escolares no tendrían el apoyo necesario para completarlas ni regularlas con éxito, ni obtendrían el reconocimiento de las compañeras y compañeros ni del docente.

La sexta es la dimensión social general, en la que se pone el acento en la relación de los problemas planteados con los de la sociedad. En esta dimensión se plantea para qué sirve esto que estamos haciendo en el aula y qué problemas generales podría contribuir a solucionar. Sin esta dimensión, las tareas escolares son irrelevantes fuera del ámbito escolar”.

En el análisis de las dimensiones de la actividad científica escolar ***"Preparación de Mezclas y Disoluciones"***, en Educación Secundaria, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 1. Análisis de las dimensiones de la actividad de preparación de Mezclas y Disoluciones en secundaria

Dimensión/ ejercicio	Física	Cognitiva-emocional	Pragmática	Comunicativa	Social de aula	Social general
Meriendas que son mezclas y disoluciones		x	x	x	x	x
Consensuar una mezcla y disolución a preparar		x	x	x	x	
Planificar los ingredientes y prepararlos	x	x	x	x	x	
Escribir informe del experimento		x	x	x	x	
Exposición justificada de resultados del grupo al resto de la clase		x	x	x	x	

En el análisis de las dimensiones de la actividad científica escolar ***"Preparación del bizcocho o queque"***, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2. Análisis de las dimensiones de la preparación del Bizcocho o Queque

Dimensión/ Ejercicio	Física	Cognitiva-emocional	Pragmática	Comunicativa	Social de aula	Social general
Buscar y comparar recetas	x	x	x	x	x	x
Organizar y repartir ingredientes	x		x	x	x	
Planificar cantidades y preparar bizcocho	x	x	x	a	a	
Escribir informe del experimento	x	x	x		x	
Exposición justificada de resultados del grupo al resto de la clase		x	x	x	x	

5.2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO "QUÍMICA EN CONTEXTO CULINARIO"

En cuanto a la metodología a seguir en el enfoque de las actividades, éstas se pueden realizar de manera aislada, siempre y cuando se respeten los bloques en que se han organizado, o bien planteándolas como proyecto de trabajo. El proyecto de trabajo es una forma de organizar la clase y de realizar las tareas en el aula, tanto para el alumnado como para el profesorado, en torno a un tema monográfico propuesto o acogido por el grupo. De entrada, parece difícil que un grupo de primaria pueda proponer algún tema relacionado con los saberes femeninos de manera espontánea, pero puede ser sugerido por la o el docente algún aspecto de las tareas del hogar, del papel de las amas de casa, que pueda llamarles la atención, para que luego pueda ser acogido con la máxima participación de las niñas y los niños. La elaboración de un proyecto de trabajo,

comporta la elaboración del índice del proyecto con las preguntas iniciales: qué saben las niñas y los niños y qué les gustaría contestar. A partir de las respuestas, se intentará que salga el índice del proyecto, agrupando sus ideas en grandes apartados. El índice del proyecto debe estar expuesto en la clase mientras dure la realización del proyecto.

Incluimos, en el ámbito metodológico, la organización en proyectos de trabajo para subrayar el carácter de investigación, ya que propone una línea de trabajo que supone modificaciones en las concepciones tradicionales de feminidad y masculinidad. El objetivo es poner en duda la existencia de una serie de rasgos y comportamientos predeterminados para todas las niñas y los niños. Por ejemplo, se considera "normal" que las niñas tengan habilidades culinarias y que los niños no tengan interés en las mismas. Normalmente los modelos de comportamiento que se consideran propios de niñas y niños se transmiten de forma implícita en nuestra interacción con ellas y ellos. En la propuesta de trabajo en el aula se cuestiona el papel subsidiario del conocimiento culinario asociado tradicionalmente a las amas de casa y se propone que todas las niñas y todos los niños se eduquen para la autonomía y para la relación, de modo que sean competentes en las tareas culinarias.

También tendremos que prestar mucha atención a las reacciones de las niñas y los niños en clase, en el momento de llevar a cabo las actividades, analizar a qué conclusiones llegan y qué resultados de aprendizaje se obtienen. Asimismo, será necesario tener en cuenta las actitudes de las madres y los padres, y de las familias en general.

7. Proyecciones y conclusiones

Todas las actividades de aprendizaje son multicompetenciales, es decir permiten el desarrollo de varias competencias científicas. En el proyecto "Química en contexto culinario" en Enseñanza Secundaria incluimos dos lecturas sobre el chocolate y su sabor, y dos experimentos de preparación de chocolate, a la taza y un batido de chocolate, que nos permiten señalar algunas competencias prioritarias y desarrollar de manera global, a pesar de que una competencia es holística por definición. El texto «La estructura de las substancias y su sabor» dice:

> "Algunas tabletas de chocolate son más sabrosas que otras, a pesar de contener los mismos ingredientes y haber seguido el mismo procedimiento en su elaboración. Durante la solidificación del chocolate, sus moléculas se pueden agrupar de seis maneras diferentes. En el laboratorio de la fábrica Nestlé observaron que una mezcla de cacao y manteca de cacao (principal ingrediente que da sabor al chocolate) disuelta a 50ºC si se reduce la temperatura drásticamente a 22ºC solidifica. Se forman cristales distintos,

> en función de la temperatura de solidificación que se puede ver con los rayos X. El cristal óptimo, el que resulta más sabroso, se forma a 23,86ºC".

La lectura de este texto, a nivel de competencias comunicativas, permite desarrollar la comprensión del significado de un escrito considerando su contexto, y ser capaz de aplicar habilidades lectoras para mejorar la comprensión de un documento científico. Es decir, reconocer la idea principal del texto, el significado de palabras desconocidas y la progresión del texto (Márquez y Prat, 2010).

"La estructura de las substancias y su sabor" presenta características divergentes en comparación con los libros de texto de ciencias y posibilita la profundización de la relación de la ciencia con la vida del alumnado. Éste habla del chocolate, un material muy cercano y apreciado por el alumnado de 15-16 años, y su referencia al sabor del chocolate potencia las estructuras afectivas y conecta el texto y la persona lectora. Las opiniones del alumnado sobre el texto muestran que su lectura sorprende y resulta atractiva y sugerente. Un grupo de respuestas del alumnado solo habla de las características del chocolate, sin referirse a la idea principal del texto, que es la relación entre la temperatura de solidificación del chocolate y su estructura interna. En otros grupos el contexto culinario ayuda a hablar de las "características" del chocolate y a conceptualizar las "propiedades" del chocolate. Resulta fácil observar que el sabor del chocolate es una información muy relevante para el alumnado.

El texto funciona como mediador de la interacción escolar y provoca la reflexión de la mayoría del alumnado sobre la relación entre solidificación y agrupación de moléculas. Para que el alumnado pueda captar la idea principal del texto se requiere el uso de la atención y la memoria operativa. Las opiniones del alumnado sobre el texto son muy variadas y muestran sorpresa ante la relación que se establece entre la fabricación del chocolate, la temperatura y su sabor. En la referencia que se hace a la temperatura de fabricación o solidificación del chocolate, relacionándola con el sabor, no aprecian la jerarquía que hay entre la información alimentaria y la científica. A la edad de 15-16 años, en general las primeras ideas y conceptos sobre la estructura de las sustancies son bastante difusas, excepto en el caso que se repita la información canónica incluida en los libros de texto. Por ejemplo, se observa el uso del concepto estructura como si fuera exclusivamente macroscópica, parecido a la estructura de los minerales pero sin relacionarlo con la estructura atómica molecular. En otras ocasiones, el alumnado establece una relación muy débil entre la existencia de átomo y moléculas que ya conoce, con la estructura de las sustancias. En algunas respuestas parece que son conceptos independientes.

Hay que centrar la atención del alumnado en los conceptos indispensables para comprender la relación entre la temperatura de solidificación y el sabor del

chocolate, para ayudarlos a avanzar en el proceso de modelización de la estructura interna de las sustancias. Las 20 chicas y 14 chicos que hicieron el ejercicio de la lectura han expresado ideas principales bien distintas, a pesar de que solo dos chicas relacionan la solidificación con la agrupación de moléculas. De entrada, la explicación microscópica de la solidificación no parece relevante ni significativa para una mayoría del alumnado, a pesar de que el texto se presenta en la exploración del bloque correspondiente a la teoría atómica molecular. Un grupo de respuestas recoge solo una parte de la idea principal, el sabor o el proceso de fabricación del chocolate, sin mencionar la temperatura ni la solidificación del chocolate, y otro grupo elabora explicaciones macroscópicas. En resumen, el texto "La estructura de las substancias y su sabor" recoge una parte esencial de un proyecto que quiere hacer química a través del lenguaje y la cocina.

Uno de los objetivos de la innovación se cumple en el proyecto "Química en contexto culinario": Chicas y chicos se implican. Comparan su posición diferencial al hablar de trabajos como las gelatinas que preparan para la merienda y la cocción de un bizcocho. La emoción, el placer y el cuidado en la presentación del bizcocho hacen que sea un fenómeno que se recuerde bastante tiempo después. El proceso de selección de la receta que se quiere preparar, a veces de la tía o de la abuela, la elección de los ingredientes y la elaboración de la masa, sin olvidar la levadura y su introducción en el horno, va acompañado de la espera y la sorpresa sobre el momento en que "subirá" el bizcocho. Si se acompaña este proceso de vida y creación con la información científica y el trabajo de relación entre lenguaje coloquial y lenguaje científico, el acto educativo se convierte en un lugar de encuentro, intercambio y transformación entre saberes, culturas y sexos. Y es la vía en la que fluye más fácilmente el paso de los saberes de la vida al conocimiento abstracto, inevitable en clase de química.

La situación de máximo placer se produce cuando saborean sus preparaciones y las dan a degustar a sus compañeras y compañeros. Es habitual que en este ambiente, chicas y chicos expresen las preferencias individuales respecto al sabor y hablen de sus experiencias personales. Por ejemplo:

- *"Creo que el experimento más original lo hemos hecho nosotras, porque nuestro bizcocho es el más sabroso. Todas las mezclas y disoluciones tienen buen sabor y bien presentadas, pero sin ser una creída creo que la mejor es la nuestra".*

- *"La más original, sabrosa y bien presentada es la nuestra, el batido de cuajada y chocolate".*

Otra chica hace la mayonesa a mano sin batidora, de la manera tradicional, siguiendo la recta de su madre, ya que considera que es mejor. Uno de los chicos se refiere al olor agradable del caramelo y otro día comenta:

- *"El experimento del requesón me ha gustado en los dos sentidos, ya que me ha gustado el experimento en sí y el requesón".*

Y en la preparación del bizcocho, un chico dice:

- *"Esta actividad es interesante, además de distraída y divertida. Creo que como grupo hemos funcionado correctamente y hemos demostrado que somos capaces de hacer bizcochos ¡Esperamos hacer bastantes más!".*

La relación entre el alumnado y la profesora posibilita potenciar los saberes culinarios que posee el alumnado en general y especialmente las chicas, de manera que sean capaces de ponerlos en práctica en el trabajo en la cocina. Para ello, en clase de Química de la Cocina no decido las preparaciones culinarias que deben hacer los grupos. Únicamente propongo el tipo de preparación a realizar, por ejemplo: mezclas y disoluciones para desayunar, o un bizcocho, como ejemplo de cambio químico. Y son los grupos de trabajo los que deciden finalmente qué receta seleccionan, el tipo de ingredientes y el procedimiento a seguir.

En cuanto a la gestión del aula, en la mayoría de las actividades es importante que todas las niñas y los niños expresen sus opiniones y no recojamos solamente las ideas de aquellos/as que tienen más iniciativa.

Las investigaciones realizadas en contexto escolar indican que las profesoras y los profesores interaccionamos inconscientemente de forma diferente con las niñas y con los niños. En general dedicamos más tiempo a los niños que a las niñas, les preguntamos más a ellos y reciben más refuerzos o ayudas individualizadas en aulas de educación especial. Ellos son más protagonistas, rápidos en contestar, aunque la respuesta no siempre sea la correcta y en cambio ellas, que son más reflexivas, acostumbran a pasar más desapercibidas.

Recientes investigaciones psicológicas confirman que la mayor o menor rapidez o protagonismo no están asignadas de una manera innata a ningún sexo, sino que se van consolidando y formando a lo largo de la socialización. Tanto la cualidad como la cantidad de intervenciones entre un profesor o una profesora y un niño o una niña están relacionadas con el campo afectivo. Dado que las estructuras afectivas e intelectuales se adquieren o modifican según las experiencias vividas, acompañadas de los estímulos favorables o desfavorables correspondientes, deberíamos ser conscientes de que debemos contar con todas las potencialidades de nuestro alumnado, tanto en las dimensiones afectivas como en las cognitivas o motrices. Si no promovemos la adecuada relación interactiva con nuestro alumnado en el dominio afectivo, perdemos la ocasión de mejorar también el dominio cognitivo y motriz que están interrelacionados con el primero. Para intentar modificar estas actitudes, que son frecuentes en un funcionamiento de clase en gran grupo o clase tradicional, lo más adecuado es trabajar en grupos

más pequeños de acuerdo con la línea de trabajo cooperativo. Para trabajar en grupos cooperativos, se trata de formar grupos de cuatro ó cinco niñas y niños, heterogéneos según el sexo y con diferentes ritmos de aprendizaje.

Si durante el proceso de aprendizaje escolar queremos favorecer la autonomía personal y las relaciones sin subordinación, debemos poner todos los medios, desde la escuela y desde la familia, para trabajar en el sentido de que las chicas y los chicos puedan tener las mismas potencialidades y responsabilidades. Debemos potenciar sus gustos y aficiones aunque no coincidan con las asignadas a cada sexo en nuestra sociedad. Despertar el gusto por la belleza, el orden y las cosas bien hechas. Mostrar la importancia del cuidado de las relaciones en la convivencia. Favorecer que asuman las tareas culinarias como la responsabilidad de todas las personas que conviven en un hogar. Propiciar el trabajo cooperativo y creativo, facilitando situaciones que cuestionen los comportamientos sexistas. Desarrollar un espíritu crítico ante los modelos que les ofrece la sociedad y los medios de comunicación, ayudándoles a pensar en formas alternativas.

Tradicionalmente no se ha prestado demasiada atención al análisis de los contenidos curriculares teniendo presentes los saberes culinarios, de manera que no se ha visto la necesidad de incluir la presencia de los saberes femeninos en el curriculum escolar y en las aulas. Con frecuencia, el profesorado sigue las orientaciones establecidas en la normativa oficial, que fijan los contenidos de los currículos y que se concretan en los libros de texto y los materiales didácticos y que establecen jerarquías en el conocimiento. Difícilmente se hace una reflexión sobre la relación entre los saberes femeninos y las formas de conocimiento académico, ya sea científico o social. Esta reflexión adquiere mayor importancia, si entre los objetivos de la enseñanza está la necesidad de formar personas autónomas y responsables consigo mismas, con otras personas y con el medio en el que viven. La presencia de los saberes femeninos en las aulas, mejora el rendimiento escolar de las chicas y los resultados escolares de los chicos, porque valoramos unas actividades presentes en su entorno más concreto e inmediato, el familiar. Esto repercutirá en el refuerzo de la autonomía personal de las niñas y los niños y en una mejora de la calidad de la enseñanza en general.

Referencias bibliográficas

Arrieta, J. R.; Daza, S.; Ríos, O. y Crespo, C. (2011). ¿Y qué hay más allá de la leche? De la fermentación al yogurt, una mirada para los niños de primaria, Daza, S Quintanilla, M (ed) *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en las Primeras Edades*, Barrancabermeja, UNIPAZ.

Belitz, H. D. y Grosch, W. (1997). *Química de los alimentos*. Zaragoza, Acribia.

Coenders, A. (2001). *Química culinaria*. Zaragoza, Acribia.

Efklides, A. (2009). The role of metacognitives experience in the learning process. Psycothema, 21 (1) 76-82.

Izquierdo, M. (1996). Cognitive models of science and the teaching of science, history of sciences and curriculum. Proceedings of the Seconf Ph.D. Summer School. Tesalónica, Art of Text.

Izquierdo, M. y Solsona, N. (1999). The case of teaching and learning the concept of chemical change. Proceedings of ICASE- University Utrecht Symposium.

Jacobsen, E. K. (2011). "Kitchen Chemistry". Journal of Chemical Education, 88(8), 1018-1019.

Jones, C. (2011). "The Kitchen Is Your Laboratory: A Research-Based Term-Paper Assignment in a Science Writing Course". Journal of Chemical Education, 88(8), 1062–1068.

Lister, T. y Blumenthal, H. (2005). *Kitchen Chemistry*. London, Royal Society of Chemistry.

Márquez, C. y Prat, A. (2010). *Competència científica i lectora a secundària. L'ús de textos a les aules de ciències*. Barcelona: Rosa Sensat. Quaderns de Rosa Sensat.

Mc Gee, H. (2004). *On Food y Cooking. An Encyclopedia of Kitchen Science*, History and Culture. London. Hodder Headline.

Merino, C; Quiroga, M.; Olivares, C.; Navarro, A. y Avalos K. (2011). Mirando el mundo con los ojos químicos ¿nuestra cocina es un laboratorio? Daza, S.; Quintanilla, M. (ed) *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en las Primeras Edades*, Barrancabermeja, UNIPAZ.

Quellen, S. (2012). *Culinary Reactions: The Everyday Chemistry of Cooking*. Chicago. Chicago Review Press.

Quintanilla, M.; Orellana, M. y Daza, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. Daza, S.; Quintanilla, M. (ed) *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en las Primeras Edades*, Barrancabermeja, UNIPAZ.

Solsona, N. (1999). Un modelo para la instrumentación didáctica del enfoque Ciencia- Tecnología-Sociedad. Pensamiento Educativo. Vol. 21 (julio 1999) 57 –76.

Solsona, N. (2002). *La actividad científica en la cocina*. Madrid, Instituto de la Mujer.

Solsona, N. (2003). *El saber científico de las mujeres*. Madrid, Talasa.

Solsona, N. (2004). *La ciencia de la cocina, una experiencia en el aula, en Educación Primaria. Orientaciones y recursos* (6-12 años) 468 /30 – 46). Madrid, Praxis.

Solsona, N. (2006). Algunas preparaciones culinarias, un apoyo para el trabajo en el aula de Química, en Quintanilla, M. Adúriz, A (ed). "*Enseñar Ciencia en el nuevo Milenio. Retos y propuestas*", 91 -118. Santiago de Chile, Ediciones Universidad Católica de Chile.

Solsona, N. (2008). Innovación educativa centrada en los saberes de las mujeres, en Emakunde (ed) Congreso Interrnacional Sare 2008: Igualdad en la innovación, innovación para la igualdad, 83-96.

Solsona, N. (2012). La Química en la cocina, un contexto fértil para el aprendizaje y la investigación química. Ciencia Escolar, Vol 2(1), 45-75.

Solsona, N. e Izquierdo, M. (1998). La construcción del concepto de cambio químico. Los modelos teóricos, un instrumento para su análisis, en Banet y de Pro (coords) Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias, 327 -335. Murcia.

Solsona, N.; Izquierdo, M. y Gutiérrez, R. (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. Enseñanza de las Ciencias, 18 (1), 15-23.

This, H. (1993). *Les secrets de la casserole*. París, Belin.

Capítulo 5

LOMBRICES A LA ESCUELA

Un proyecto científico para el aprendizaje situado de temas de biología en Educación Secundaria

María Teresa Guerra Ramos
Rocío Guadalupe Balderas Robledo
Yei Rentería Guzmán
José Baltazar García Horta
José de la Cruz Torres Frías

Contenido

Resumen

1. Introducción

- *El aprendizaje basado en proyectos y el conocimiento situado*
- *Antecedentes del uso de composteros con fines educativos*

2. Contexto

3. Desarrollo

- *Materiales para trabajar en el proyecto*
- *Actividades del proyecto*
- *Instrumentos utilizados para valorar el efecto educativo del proyecto*

4. Implicaciones para la práctica docente

- *Cosecha de composta y separación de lombrices*
- *¿Qué aprendimos y cómo compartirlo?*
- *Entrevistas a profesores*
- *Consideraciones para los docentes*

5. Proyecciones y conclusiones

Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo presentamos un proyecto de aula denominado *"Lombrices a la escuela"*, cuyo desarrollo e implementación están sustentados en una perspectiva de aprendizaje situado. El proyecto fue diseñado para apoyar los contenidos de la asignatura Ciencias I (énfasis en Biología) correspondiente al primer grado de educación secundaria, con estudiantes de 13 años en promedio. Durante el proyecto, los estudiantes se organizan en equipos para responsabilizarse de un compostero con lombrices, durante un año escolar, y realizan varias actividades relacionadas. Esto permite contextualizar e integrar contenidos como biodiversidad, respiración, nutrición, reproducción y temas ambientales. Participaron 7 profesores y 11 grupos escolares (422 estudiantes) de tres escuelas secundarias públicas urbanas. Realizaron 10 sesiones de actividades orientadas a desarrollar conocimientos, procedimientos y actitudes. Se presentan los resultados preliminares a partir del análisis de las entrevistas a profesores, textos escritos por los estudiantes, comunicaciones personales y observación participante. Encontramos que los estudiantes mejoraron su capacidad de argumentar e interpretar datos, aprendieron a usar instrumentos de medición y a realizar registros sistemáticos, además de ampliar sus conocimientos biológicos sobre la lombriz. Se destacan aspectos sociales como actitudes de respeto a los seres vivos, conciencia sobre la generación y aprovechamiento de desechos orgánicos, cuidado del medioambiente y un amplio sentido del trabajo colaborativo y la responsabilidad.

1. Introducción

En México, la enseñanza de las ciencias naturales ha sido reformulada en los documentos oficiales y libros de texto, en el marco de varias reformas curriculares. El campo formativo "Exploración y comprensión del mundo natural y social", que incluye asignaturas desde preescolar hasta secundaria (SEP, 2011), intenta articular una formación científica básica, que promueva el desarrollo de competencias en las que se integren conocimientos, procedimientos y actitudes. A pesar de los planteamientos pedagógicos idealizados en los programas vigentes, aún hacen falta propuestas didácticas específicas, que apoyen la labor docente con recursos y actividades concretas. Por esta razón, en este capítulo presentamos el desarrollo de un proyecto científico escolar, que apoya el desarrollo del pensamiento científico en el nivel de educación secundaria y sus resultados preliminares. El proyecto pretende introducir experiencias críticas y memorables con seres vivos, relacionadas con el aprovechamiento de residuos orgánicos y el manejo de un compostero con lombrices rojas californianas (lombricompostero), durante todo un ciclo escolar.

La idea de desarrollar un proyecto de esta naturaleza, surgió de la reflexión de lo paradójico que resulta el estudio descontextualizado de temas como biodiversidad, nutrición, respiración y reproducción. Estos temas suelen tratarse sin hacer referencia a seres vivos concretos y sin la incorporación sistemática de actividades prácticas y de indagación, que promuevan el desarrollo del pensamiento científico. Podemos identificar una dificultad sustancial en el hecho de que el trabajo práctico y las actividades de indagación aún no se han incorporado sistemáticamente en la enseñanza de las ciencias, por diversas razones. Destacan la falta de espacios, de materiales concretos y de tiempo suficiente para la planeación y realización de las mismas.

Consideramos que este ejemplo de proyecto científico es relevante para los docentes de ciencias, porque se trata de una experiencia formativa integral que es replicable en otros contextos y niveles educativos, y plantea una forma de enriquecer la enseñanza de la biología. Esperamos que este capítulo contribuya a una reflexión teórica sobre la enseñanza de las ciencias, situada en contextos ricos y estimulantes para los estudiantes, en oposición a una enseñanza descontextualizada y transmisiva. Tenemos la convicción de que la enseñanza situada es un camino para el desarrollo intelectual de los estudiantes y una formación científica más relevante.

En este capítulo exponemos también una revisión breve del aprendizaje situado y la enseñanza basada en proyectos, y algunos trabajos previos relacionados con el uso de composteros y lombrices con fines educativos. Se describe, después, el contexto del proyecto, su desarrollo y los resultados preliminares de su aplicación. Para finalizar, comentamos algunas implicaciones para la práctica docente y algunas proyecciones del proyecto.

1.1. EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y EL CONOCIMIENTO SITUADO

Reconocemos que no parece haber un modelo paradigmático o alguna teoría universalmente aceptada del aprendizaje basado en proyectos. Sin embargo existe una variedad de aproximaciones teóricas y prácticas a las que se les suele etiquetar como tal; además, hay diversos métodos y técnicas que guardan similitudes entre sí, tales como aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y actividades de campo y en laboratorio.

Como su nombre lo indica, el enfoque de proyectos organiza el aprendizaje alrededor de proyectos, entendidos como tareas complejas que se extienden por períodos prolongados de tiempo, que postulan actividades desafiantes y novedosas, y que requieren de la participación activa de los estudiantes para formular preguntas, diseñar experiencias, tomar decisiones y emprender actividades de investigación. El aprendizaje basado en proyectos requiere que los estudiantes trabajen de manera relativamente autónoma, en colaboración estrecha con otros estudiantes.

Los docentes son más bien vistos como facilitadores y no como directores del proyecto, rasgo que supone retos para la concepción tradicional de la docencia, ya que "plantea ir más allá del ejercicio de una estrategia docente; requiere de un cambio de actitud y de forma de trabajo en los actores de la educación, no sólo de profesores y estudiantes, sino directamente de padres y directivos" (Díaz-Barriga, 2006, p. 34-5).

Existe una larga tradición en las escuelas, de incorporar actividades de aprendizaje y de evaluación en las que es necesario hacer algo concreto, desarrollar temas de forma interdisciplinaria, realizar trabajo de campo, llevar a cabo sesiones de laboratorio e implementar actividades que trasciendan el contexto de la sala de clases. Sin embargo, el aprendizaje basado en proyectos va un poco más allá: no es sólo una actividad aislada, un tema de clase, un contenido del currículum o una sección del libro de texto: lo que se busca es que la experiencia de trabajar en proyectos desborde la situación misma, de modo que los estudiantes apliquen lo vivido a otros ambientes. El aprendizaje basado en proyectos busca enganchar a los estudiantes, motivándolos para involucrarse de manera activa y propositiva, de tal forma que la experiencia educativa trascienda el aprendizaje de contenidos, tengan un impacto en las actitudes, el carácter y el sentido de la labor social colaborativa, es decir, busca ser formativo en toda la extensión de la palabra (Posner, 2005).

Un elemento central de este enfoque es el aprendizaje colaborativo. Se asume que el aprendizaje es esencialmente una actividad social, y que no hay experiencia más duradera, significativa y benéfica que aquella que ocurre en conjunción con los otros. *"La construcción del conocimiento está mediada por la influencia de los otros, y por eso el aprendizaje implica la apropiación de los saberes de una cultura mediante la reconstrucción y co-construcción de los mismos"* (Díaz-Barriga, 2006. p. 51-52).

El proyecto *"Lombrices a la escuela"* se fundamenta en una perspectiva situada del conocimiento científico, en la que el conocimiento, y toda actividad intelectual humana, no es independiente del contexto en el cual se desarrolla y utiliza (p. e. Brown, *et al*. 1989; Stenberg y Wagner, 1994). Esta perspectiva se fortaleció alrededor de 1980, al plantearse como una oposición clara a la visión dominante de la mente humana, que consideraba que el aprendizaje ocurre esencialmente en el plano psicológico de lo individual, que el pensamiento estaba disociado de la percepción y la acción, y que el contexto era de importancia secundaria, si acaso era relevante. La perspectiva del aprendizaje situado floreció, inicialmente, en el estudio del conocimiento matemático, aplicado en situaciones de la vida real (p. e. Lave, 1988) y en el estudio de la enseñanza y el aprendizaje de vocabulario y habilidades de lectura (e.g. Miller y Guildea, 1987).

La perspectiva en la cual el contexto se vuelve crucial en el desarrollo y aplicación del conocimiento tardó en arribar y reflejarse tanto en las propuestas curriculares como en la investigación en educación en ciencias. El contexto se entiende como el escenario físico (p. e.: escuela, trabajo, hogar), el marco de la acción (p. e.: tomar decisiones, resolver un problema) o el ambiente social o de interacción (p. e.: participación en un equipo de trabajo, una situación pedagógica particular). Una perspectiva situada del aprendizaje de las ciencias es una alternativa a la perspectiva de transmisión-recepción, que asume que aprender es asimilar piezas de información que después pueden ser desplegadas en situaciones abstractas y sin contexto (Trigwell y cols. 1999). En nuestro proyecto, el saber qué, saber cómo, saber por qué y para qué tiene sentido, en el contexto de procurar a las lombrices las condiciones adecuadas para vivir y producir composta, también llamada humus.

1.2. ANTECEDENTES DEL USO DE COMPOSTEROS CON FINES EDUCATIVOS

Las lombrices composteras se han utilizado con fines educativos en temas medioambientales en diferentes niveles educativos (Appelhof, 1993; Kelley, 2001; Melero, 2009; Melear, 2007; Farell, 1997; Ruiz, 2011; Trautmann, 1998; Yoder, 2009). En la mayoría de las experiencias reportadas se puede encontrar actividades concretas relacionadas con la medición, la formulación de preguntas de investigación, la elaboración de hipótesis y el diseño de experimentos.

Entre las experiencias realizadas en educación básica, sobresale la reportada por Melear (2007), en la cual se mostró que ciertas actividades simples con lombrices de tierra, podían tener una función integradora de temas de diferentes disciplinas, proporcionar profundidad en su tratamiento y experiencias significativas de aprendizaje. En este mismo tenor, el trabajo de Melero (2009) consistió en desarrollar en el ámbito escolar, actividades con composteros relacionadas con contenidos transversales de las ciencias sociales, para discutir el problema de la eliminación de residuos. También se relacionaron las matemáticas en la estimación poblacional, las ciencias de la naturaleza en la observación del ciclo de la materia, y se usó la composta en un huerto escolar para ver efectos en el crecimiento de las plantas.

El trabajo de Appelhof y cols. (1993) ofrece una serie de actividades para educación primaria y secundaria. Los autores documentaron información biológica sobre la lombriz compostera, así como instrucciones para realizar experimentos científicos relacionados con ella. En su propuesta, la resolución de problemas y el aprendizaje por descubrimiento juegan un papel central. La guía presentada contiene una actividad específica que puede ser modificada por el maestro o los alumnos, según sus necesidades académicas.

Apelhoff y cols. argumentan que las actividades relacionadas con las lombrices pueden extenderse, más allá del ámbito científico, a otros temas y áreas como la geografía, la historia ambiental, las matemáticas, las relaciones visuales, la escritura creativa, la poesía, la música y el humor.

Kelley (2001) señala que, aunque los lombricomposteros han sido utilizados por los educadores no formales durante décadas, hay poca evidencia de su uso en la educación post-secundaria. Reporta el uso de contenedores de lombrices en las clases de ciencias ambientales para demostrar y promover la discusión sobre los procesos biológicos y beneficios ambientales del compostaje. También describe adaptaciones para utilizar el contenedor de lombrices en otros cursos, debido a la facilidad de uso, mantenimiento, accesibilidad, portabilidad, y a la diversidad de los conceptos científicos que se puede abordar.

En esta breve revisión de trabajos previos, finalmente mencionaremos otro proyecto universitario (Ruiz, 2011), referido a la estación de lombricomposta de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México, que funciona como una herramienta educativa para generar experiencias multidisciplinarias. En éste han participado estudiantes de cinco programas de licenciaturas, en actividades relacionadas con el manejo de residuos, análisis químico, biología, impacto urbano, eficiencia y productividad, entre otros temas. La finalidad de la estación es promover la práctica reflexiva, en relación con el medio ambiente y el desarrollo tecnológico sustentable.

Con base en esta breve revisión de experiencias educativas, podemos notar que aún son escasos los estudios de investigación educativa en relación con el uso de lombrices y composteros. Por esta razón, nos hemos propuesto investigar el impacto educativo de la introducción de estos recursos y actividades concretas asociadas en el aula de secundaria.

2. Contexto

El proyecto *"Lombrices a la escuela",* es una propuesta didáctica innovadora que comenzamos a desarrollar e implementar en el año 2013. Consiste en introducir composteros con lombrices rojas californianas al aula de ciencias de primer grado de educación secundaria (estudiantes de 13 años en promedio). El objetivo de esta propuesta es apoyar y complementar el desarrollo de los contenidos, en el marco del programa de estudios de la asignatura de Ciencias I (énfasis en Biología) vigente en México. Además, consideramos que la implementación del proyecto favorece al desarrollo tanto de la comprensión sobre la naturaleza, procedimientos científicos y actitudes.

La actividad se implementó por primera vez en el ciclo escolar 2013-2014. En ésta participó solo una escuela secundaria (la referiremos como Secundaria A), la cual

es pública y se encuentra localizada en el municipio de Apodaca, Nuevo León, México. En este centro educativo, participaron cinco grupos de primer grado (182 estudiantes), los cuales estaban a cargo de tres profesores de Ciencias I.

En esta primera experiencia, cada grupo contó con 4 equipos conformado por 10 u 11 estudiantes; fueron 5 grupos, por lo que se tuvo, en total, 20 equipos participantes. Las actividades de las sesiones realizadas durante este ciclo escolar, fueron coordinadas en el aula por nosotros, ya que en ese momento se estaba terminando de diseñar y poniendo a prueba el desarrollo de las mismas, con la idea de que al estar finalmente afinadas las sesiones, los profesores las coordinarían por su cuenta en el siguiente ciclo.

En el ciclo escolar 2014-2015, nuevamente trabajamos con otros cinco grupos de la Secundaria A, estando a cargo tres profesores de Ciencias I (dos de ellos trabajando por segunda vez en el proyecto). En este ciclo, incorporamos a otros cinco grupos de otra escuela secundaria (Secundaria B), la cual también es pública y se localiza también en el municipio de Apodaca. Estos grupos estuvieron a cargo de dos profesoras de Ciencias I. También, trabajamos con un grupo pequeño (25 estudiantes) de una tercera escuela aledaña (Secundaria C), el cual se incorporó por iniciativa de una maestra, quien se interesó en el proyecto. Esta última escuela es pública y se ubica en el municipio de San Nicolás de los Garza.

En esta segunda implementación, las actividades de las sesiones se afinaron con base en la primera experiencia. Los profesores fueron quienes coordinaron las sesiones durante el año escolar. El equipo de investigación los acompañó en algunas ocasiones, para observar o apoyar solo ciertas actividades. En esta ocasión, cada grupo de las Secundarias A y B contó con 5 equipos, conformado por 8 o 9 estudiantes (en total 25 equipos por cada secundaria), y el grupo de la Secundaria C contó con 4 equipos. Entre las tres escuelas participantes se tuvo un total de 422 estudiantes, agrupados en 54 equipos, quienes se involucraron activamente en el manejo y cuidado de los composteros.

Cada equipo se hizo cargo de un compostero y del material entregado, para trabajar con él durante todo el ciclo escolar. Junto con el profesor, buscaron un lugar dentro de la escuela en donde podían dejar los composteros de cada grupo. Algunos los resguardaron en algún rincón de su laboratorio, otros los dejaron en las gavetas que hay dentro de sus aulas, o en alguna bodega en desuso. Solo en las vacaciones de invierno y primavera –con duración de dos semanas para cada una– un integrante del equipo se hacía responsable de cuidarlo en su casa.

3. Desarrollo

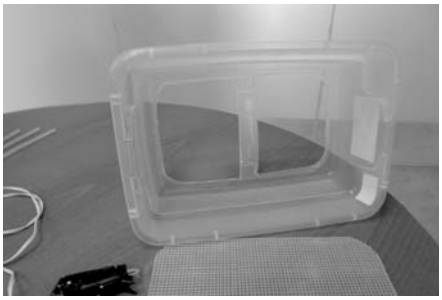
3.1 COMPOSICIÓN DEL COMPOSTERO

Los composteros fueron diseñados, y previamente probados, en el laboratorio de Educación en Ciencias del Cinvestav Monterrey. Después de realizar varias pruebas con distintos materiales, se logró la construcción de un modelo que brindaba resultados positivos, por ser un hábitat adecuado para las lombrices con las que se trabajaría, y que además tenía las características necesarias de durabilidad y portabilidad requeridas para nuestros fines.

Éstos están constituidos por dos cajas de plástico con tapa, que fueron recortadas y ensambladas. A continuación podemos ver cómo fueron elaborados los composteros con los que trabajaron los estudiantes (Fig. 1).

Elaboración de un compostero

Materiales: 2 cajas plásticas, malla plástica, pegamento de silicona, un trozo de fibra de coco, un trozo de tela de algodón, un paño negro, tierra para plantas, desechos orgánicos y 250 lombrices rojas californianas.

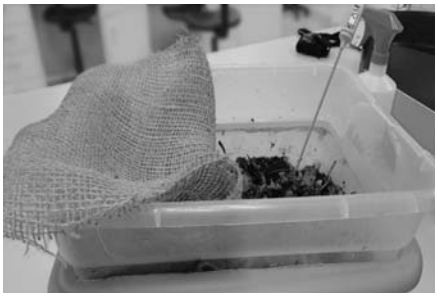


1. Recortar el fondo de una de las cajas y luego pegar con silicón una malla plástica, cubriendo el orificio.

2. Recortar todo el centro de una de las tapas, y a la otra tapa le hacemos agujeros con un taladro.

3. Colocar la caja completa, con la tapa recortada, en la parte inferior; luego, en la parte superior, la caja con la malla y su tapa con agujeros.

4. Esta es la posición ensamblada del compostero.



5. En la caja superior (con malla en el fondo) colocar dos botes de litro de una mezcla de tierra para plantas (2 botes de litro, fibra de coco y agua. Aquí mismo, colocar 250 lombrices rojas californianas, desechos orgánicos y una tela de algodón o yute húmeda para cubrirlas.

6. Por último, envolver el compostero con una tela negra, para proteger a las lombrices de la luz.

Figura 1. Pasos para la elaboración de un compostero

En total, elaboramos 20 composteros, el primer año escolar 2013-2014 en el que se implementó el proyecto. En esta primera experiencia, el compostero contaba con tres cajas de plástico (dos con malla y una completa), sin embargo, al término del año nos dimos cuenta de que no era necesario usar las tres cajas, por lo que en el siguiente año escolar 2014-2015 el diseño se redujo a dos cajas, tal como se muestra en las instrucciones anteriores. En el segundo año de implementación se construyó un total de 54 composteros.

Los composteros, una vez construidos y armados con las lombrices, se mantuvieron un par de semanas en el laboratorio, con las condiciones necesarias de alimento

y hábitat para que éstas estuvieran adaptadas antes de ser llevadas a las escuelas (Fig. 2). Éstos fueron entregados a las escuelas participantes, entre las primeras dos semanas del mes de septiembre, al inicio del año escolar. Al final del proyecto, alrededor de la primera semana de junio, los equipos de estudiantes devolvieron los composteros para que las cajas fueran lavadas, y así poder ser reutilizadas en el siguiente año escolar.

Figura 2. Composteros en el laboratorio

3.1 MATERIALES PARA TRABAJAR EN EL PROYECTO

Además de la entrega del compostero con las 250 lombrices, a cada equipo se le dio material concreto para poder trabajar durante la implementación, y así darles los cuidados necesarios a las lombrices composteras en el transcurso del ciclo escolar. Entre los materiales que entregamos a los equipos se encuentra: un atomizador para humedecer el contenido de la caja, un vasito de plástico, de 100 mililitros aproximadamente, que sirve para medir el alimento que se le da a las lombrices, una pala de plástico para remover la composta de vez en cuando para favorecer la oxigenación, una charola de plástico de varios usos y una bolsa para guardar los materiales (Fig. 3).

A los profesores les entregamos otro material: 2 termohigrómetros, para que los estudiantes midieran la temperatura y la humedad de sus composteros; 5 lupas para hacer observaciones; 5 vasitos medidores; 5 cajas Petri; una carpeta por equipo, donde se registraba temperatura, humedad, tipo de alimento, riego, así como algunas otras observaciones; una guía básica con los cuidados y conocimientos acerca de las lombrices composteras; una guía para el docente, con la descripción de las sesiones que se realizan durante el ciclo escolar, en la que se establece la duración, los aprendizajes esperados, las actividades principales, los materiales y el desarrollo de cada sesión. También se les entregó un CD con los archivos de las sesiones, y de los elementos necesarios para cada una de éstas; por ejemplo, presentaciones en PPT o videos; la entrega incluyó una bolsa para guardar los materiales (Fig. 4).

Figura 3. Material para los equipos.

Figura 4. Material para los profesores.

3.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

El proyecto está conformado por diez sesiones con actividades de aprendizaje relacionadas con el manejo del compostero. Dichas sesiones fueron diseñadas intencionalmente para tener dos sesiones por cada uno de los cinco bloques que constituyen el programa de estudios de Ciencias I (La Biodiversidad: resultado de la evolución, La Nutrición, La Respiración, La Reproducción y Salud, ambiente y calidad de vida). Se les propuso a los profesores y estudiantes realizar una sesión por mes a lo largo del ciclo escolar.

Las sesiones incluyen actividades de aprendizaje, que fueron orientadas al desarrollo gradual de los siguientes procedimientos: identificar y controlar variables, utilizar instrumentos de medición, registrar sistemáticamente datos (temperatura y humedad), identificar patrones y tendencias en información registrada, organizar y reportar datos mediante tablas y gráficas. En la Tabla 1 se ofrece una síntesis de las diez sesiones:

Tabla 1. Sesiones del proyecto *"Lombrices a la escuela"*

	Actividades principales
Sesión 1. Desechos orgánicos y composta.	Exploración de ideas previas. Introducción a las compostas / Video y presentación. Formación de equipos de trabajo.
Sesión 2. El proyecto y la lombriz compostera	Explicación del proyecto. Entrega del compostero y material por equipo. Demostración de toma de temperatura y humedad/ Ingreso de datos en hoja de registro.

Sesión 3. La nutrición de la lombriz.	Exploración del alimento que han dado los equipos a las lombrices. Presentación sobre sistema digestivo de la lombriz. Observación de la excreción de las lombrices con lupas.
Sesión 4. Determinación del pH.	Explicación del pH y su medición. Práctica para determinar el pH de diferentes alimentos y el sustrato del compostero.
Sesión 5. La respiración de la lombriz.	Realización de un experimento para determinar las condiciones de hábitat preferidas por las lombrices (humedad y oscuridad). Planteamiento de hipótesis (relación humedad-respiración). Explicación de la respiración cutánea.
Sesión 6. Uso de las gráficas.	Explicación acerca del uso de las gráficas y sus tipos. Elaboración de gráficas de temperatura y humedad, a partir de los datos recolectados de los composteros.
Sesión 7. Reproducción de la lombriz.	Exploración de ideas previas sobre la reproducción de las lombrices. Observación de un video sobre la reproducción de las lombrices. Explicación de los tipos de reproducción de las lombrices.
Sesión 8. Clasificación y estimación de lombrices.	Conteo y clasificación de los huevecillos y de las lombrices juveniles y adultas. Estimación de la población total del compostero.
Sesión 9. Cosecha de composta y separación de lombrices.	Separación de las lombrices y recolección de la composta producida. Medición de la masa de la composta obtenida.
Sesión 10. Elaboración de carteles sobre el proyecto.	Diseño y elaboración de carteles que brinden información acerca del proyecto, así como de la experiencia que tuvo cada equipo.

Además de realizar las sesiones descritas en la Tabla 1, los estudiantes estuvieron a cargo de la alimentación y de las condiciones necesarias y adecuadas para el bienestar de las lombrices. Para ello, tomaron registros continuos de temperatura, humedad, observaciones como cantidad de lombrices, presencia de otros organismos, presencia de enfermedades, así como la transformación de desechos orgánicos en composta por la acción de las lombrices, entre otros. Los estudiantes tuvieron libertad de realizar actividades adicionales para resolver sus preguntas

e inquietudes, y para gestionar y organizar el cuidado del compostero. Se sugirió relacionar esta experiencia con aspectos como la producción de desechos en el hogar y el aprovechamiento de la composta en plantas de la casa o la escuela, ya que ésta permite retornar nutrientes a la tierra.

En la penúltima sesión del proyecto, se cosecha la composta producida a lo largo del ciclo escolar (Fig. 5). Se separan las lombrices y se devuelven, junto con el material de los composteros, para reutilizarlos el siguiente año escolar. La composta recolectada de cada equipo es pesada y registrada, ya que posteriormente se calcula la masa total de composta recolectada por cada equipo, grupo y escuela, así como la cantidad aproximada de lombrices devueltas (Fig. 6). Dichos datos son utilizados para efectos de comparación de resultados y determinación de posibles causas.

Figura 5. Separación de lombrices y recolección de composta.

Figura 6. Medición de la composta producida.

3.3 CUIDADOS DEL COMPOSTERO

Se eligió este organismo vivo, la lombriz, porque se puede conseguir fácilmente, su cuidado es relativamente sencillo y no representa riesgos para su manejo al interior de las escuelas. Al inicio del proyecto, tanto a los estudiantes como a los profesores se les dio una guía con información sobre algunas características de las lombrices con las que trabajarían y recomendaciones para los cuidados que éstas requieren para vivir y llegar a reproducirse (Fig. 7).

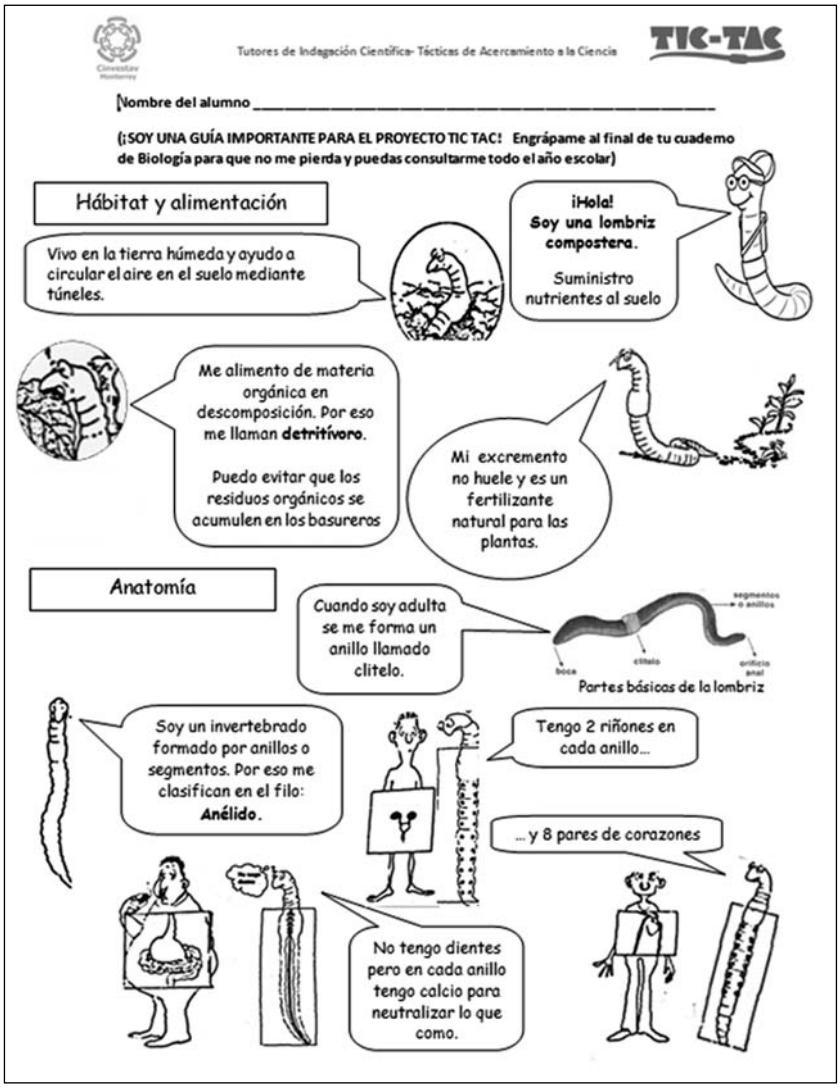


Figura 7. Ejemplo de guía para los/as estudiantes.

Principalmente, en la guía se establece: que el lugar donde pueden vivir las lombrices debe ser en tierra húmeda, pues su temperatura ideal debe ser entre 18 y 27 grados centígrados y su humedad de entre 70 y 80 por ciento; que se alimentan de desechos orgánicos en descomposición, preferentemente cáscaras de frutas y verduras, sin embargo hay algunos elementos que les hacen daño, como el caso de los cítricos; los beneficios que brinda el uso de un lombricompostero, evitando que residuos orgánicos se acumulen en los basureros y obteniendo, a través de lo que producen las lombrices (la composta o humus), un fertilizante natural que suministra nutrientes a la tierra.

En la guía también se muestra cómo está constituido el interior de una lombriz, es decir, que cuenta con diferentes sistemas y órganos de funcionamiento complejo al igual que otros seres vivos, como el sistema digestivo, circulatorio, excretor, reproductor, etc. Se muestra el ciclo de reproducción de una lombriz: un capullo tarda alrededor de 23 días de incubación, de éste pueden nacer de 3 a 21 lombrices y éstas tardan de 40 a 60 días en alcanzar su madurez para poder reproducirse. Esta madurez se ve reflejada en el engrosamiento de uno de sus anillos, que se llama clitelo.

Para mantener las condiciones ideales para las lombrices en los composteros, en la guía se recomienda que por lo menos dos veces a la semana, los estudiantes registren la temperatura y la humedad con el termohigrómetro que se les dio a sus profesores; y, en caso de observar altas temperaturas o baja humedad, rieguen un poco con el atomizador, de manera que toda la tierra esté húmeda. En caso de que exista exceso de humedad, se recomienda que agreguen hojarasca, fibras naturales o tiras de papel o cartón seco sin tintas, para que éstas absorban la humedad. En caso de que se registren temperaturas bajas, se sugiere proteger el interior y el exterior de la caja con material seco, como papel o cartón.

En cuanto al alimento, se recomienda proporcionar dos vasitos medidores (100 ml.) con residuos orgánicos, una vez a la semana. Conforme observen los estudiantes la degradación de los elementos orgánicos, pueden aumentar la cantidad de alimento. De preferencia se sugiere que las lombrices sean alimentadas con cáscaras de frutas y verduras, como de papaya, melón, plátano, zanahoria, papa, lechuga, entre otros. Preferentemente dichos residuos deben estar cortados en pequeños trozos, pues así les será más fácil consumirlos (Fig 8).

Además de la humedad, la temperatura y el alimento adecuado, el compostero debe mantenerse con poca luz; es por eso que el compostero tiene adentro una cobija de algodón o yute, que también debe mantenerse húmeda (Fig. 9), y una cortina de tela negra que cubre el exterior de las cajas, para así impedir el paso de la luz. Se recomienda también que no se obstruya la tapa superior del compostero, ya que los agujeros que se le han hecho permiten que haya oxigenación.

Figura 8. Alimento para las lombrices.

Figura 9. Cobija de algodón o yute húmeda.

3.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA VALORAR EL EFECTO EDUCATIVO DEL PROYECTO

Al inicio y término del proyecto se aplicó, a todos los grupos participantes, un cuestionario que exploraba conocimientos, procedimientos y actitudes relevantes. Solo en la primera implementación se aplicó el cuestionario a una secundaria que no realizó el proyecto, teniendo así una escuela control. Además, recolectamos las hojas de trabajo de las sesiones realizadas durante el ciclo, de las cuales esperamos identificar tanto debilidades como fortalezas en el desarrollo de algunas ideas, actitudes y procedimientos.

Así mismo, al término del proyecto recolectamos reflexiones escritas por los/as estudiantes, acerca de lo que les pareció el proyecto, dónde podían incluir lo que aprendieron, cómo se sintieron, cómo podrían aplicarlo en su vida diaria, y lo que desearan agregar al respecto. También realizamos entrevistas a los/as docentes, con el fin de conocer sus experiencias durante la realización del proyecto y sus puntos de vista para mejorarlo, ya que en el acompañamiento a las sesiones observamos que algunos profesores incluían otras actividades que lo apoyaban.

4. Implicaciones para la práctica docente

Después de trabajar en dos ciclos escolares y de haber realizado un análisis con diversas fuentes de datos –como pre y post test, entrevistas, textos escritos, comunicaciones personales y observación participante–, identificamos que gracias a la implementación de la propuesta didáctica con los lombricomposteros, los estudiantes ampliaron sus conocimientos sobre las lombrices como seres vivos, se involucraron en acciones para controlar la temperatura y la humedad de los composteros, aprendieron a usar el higrómetro-termómetro e hicieron registros sistemáticos y aumentaron su capacidad de argumentar e interpretar gráficas. También manifestaron haber adquirido actitudes de colaboración en

el trabajo en equipo, respeto a los seres vivos, conciencia sobre la generación y aprovechamiento de desechos orgánicos e interés por temas ambientales. Sobre todo, fue recurrente que los estudiantes y profesores señalaran la responsabilidad como una actitud esencial para el logro de los objetivos del proyecto.

4.1 COSECHA DE COMPOSTA Y SEPARACIÓN DE LOMBRICES

Los equipos que obtuvieron mejores resultados en la cantidad de composta y de lombrices al final del ciclo escolar fueron consistentes en la ejecución, seguimiento y en el monitoreo de sus composteros. Al respecto, podemos señalar que en la primera implementación se obtuvo un promedio por equipo de 0.656 kg. de composta de lombriz y en la segunda implementación este se incrementó a 1.570 kg por equipo. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en la segunda implementación. Desde nuestro punto de vista, el aumento en la producción de composta se debió a que en la segunda implementación los estudiantes se apropiaron del proyecto y fueron más sistemáticos en el cuidado de los composteros. Los profesores por su cuenta, estuvieron más familiarizados con el proyecto y se sintieron más experimentados.

En la segunda implementación la composta recolectada se usó para abonar los árboles y plantas del centro escolar. Esta actividad es realmente significativa para los estudiantes y para el proyecto realizado, porque se constituye en un cierre del proceso y por cumplir con unos de los objetivos principales (Figs. 10 y 11).

Figuras 10 y 11. Abonando con lombricomposta.

Tabla 2. Resultados composta recolectada
Segunda implementación 2014-2015

	Secundaria A		Secundaria B		Secundaria C	
	Humus recolectado (Kg.)	Lombrices en el compostero	Humus recolectado (Kg.)	Lombrices en el compostero	Humus recolectado (Kg.)	Lombrices en el compostero
Equipo 1	2.150	Regular	1.550	Muchas	0.850	Muchas
Equipo 2	2.000	Regular	1.750	Muchas	1.000	Pocas
Equipo 3	2.700	Muchas	1.400	Muchas	1.000	Muchas
Equipo 4	2.550	Muchas	1.450	Muchas	1.100	Pocas
Equipo 5	2.100	Regular	1.100	Muchas		
Total grupo	**11.500**		**7.250**		**3.950**	
Equipo 6	2.100	Muchas	1.650	Muchas		
Equipo 7	2.650	Muchas	1.750	Pocas		
Equipo 8	3.550	Muchas	1.700	Pocas		
Equipo 9	3.000	Muchas	2.050	Pocas		
Equipo 10	2.950	Regular	1.700	Pocas		
Total grupo	**14.250**		**8.850**			
Equipo 11	1.100	Regular	1.595	Muchas		
Equipo 12	1.620	Pocas	1.105	Muchas		
Equipo 13	1.530	Pocas	1.000	Muchas		
Equipo 14	1.350	Pocas	1.300	Pocas		
Equipo 15	1.250	Regular	1.310	Muchas		
Total grupo	**6.850**		**6.310**			
Equipo 16	1.500	Regular	1.400	Regular		
Equipo 17	1.250	Regular	1.450	Regular		
Equipo 18	1.650	Regular	1.450	Regular		
Equipo 19	1.350	Pocas	1.350	Muchas		
Equipo 20	1.550	Regular	1.400	Pocas		
Total grupo	**7.300**		**7.050**			
Equipo 21	1.000	Pocas	1.250	Muy pocas		
Equipo 22	1.020	Pocas	1.250	Pocas		
Equipo 23	0.980	Pocas	1.250	Pocas		
Equipo 24	1.050	Pocas	0.950	Pocas		
Equipo 25	1.050	Pocas	1.400	Regular		
Total grupo	**7.300**		**6.100**			
TOTAL	**45.000**		**35.560**			

Cantidad inicial: 250

Pocas: Menos de 50

Regular: Aprox. 100

Muchas: Más de 250

4.2 ¿QUÉ APRENDIMOS Y CÓMO COMPARTIRLO?

Después de dos ciclos escolares en que hemos puesto en práctica el proyecto, obtuvimos las reflexiones de los estudiantes en las que daban respuesta a las preguntas; ¿Qué te pareció el proyecto *Lombrices a la escuela*? ¿Cómo te sentiste? ¿Qué piensas sobre el proyecto? ¿Qué aprendiste? Con lo que aprendiste, ¿cómo puedes aplicarlo a tu vida diaria? Podemos señalar que los estudiantes, en estas reflexiones, refieren aspectos sobre nuevos conocimientos sobre la biología de la lombriz, aspectos motivacionales acerca de la ciencia, aspectos sociales al referirse al trabajo en equipo, temas medioambientales y sobre todo, la gran mayoría, escribió sobre la responsabilidad que les implicó cuidar a un ser vivo.

A continuación presentamos algunos extractos de las reflexiones de los estudiantes, que ejemplifican los temas que abordaron con mayor frecuencia en los textos escritos.

> *"El proyecto me dejó buenas enseñanzas para la vida diaria y para el futuro, me dio un gran sentido de responsabilidad al tener que cuidar a pequeñas lombrices. Al inicio no fue sencillo, tuve problemas al alimentarlas y cuidarlas, pero fui entendiendo la tarea de hacerte cargo de otro ser vivo".* (Alumno generación 2013-2014).

> *"Me divertí porque me gusta mucho experimentar… fue una experiencia muy especial para mí porque decidí ser de grande una Bióloga".* (Alumna generación 2013-2014).

> *"Nos enseñó a ayudar para el abono que se le pondrá a las plantas ya que fue lo que las lombrices produjeron y creo que debería seguir haciendo para seguir ayudando al medio ambiente… Aunque sea poquito pero así podríamos empezar a ayudar a eso de menos contaminación".* (Alumno generación 2013-2014).

> *"Al inicio me daban asco y con el tiempo entendí que cumplen una función en la naturaleza".* (Alumna 2014-2015).

> *"El proyecto es interesante porque aprendemos más de lo que pueden hacer los animales, su reproducción, etc. Que también se vio en el libro de biología…. El proyecto es interesante porque he aprendido sobre cómo sobreviven las lombrices, su adaptación, su evolución".* (Alumno 2014-2015).

> *"…Son actividades buenas y educativas para la clase de ciencias, ya que se puede ver de cerca el cuidado, la reproducción, respiración de los seres vivos...".* (Alumna 2014-2015).

Además de los textos personales, los estudiantes realizaron carteles para divulgar y compartir el trabajo realizado durante todo el ciclo escolar, en una asamblea organizada por su institución educativa, en la que asistieron estudiantes de otros grados y padres de familia. Se sugirieron tales temas para la elaboración del cartel, a modo de orientación, pero los estudiantes podían incluir cualquier otro que estuviera relacionado con el proyecto. Este ejercicio de síntesis, aun es un área de oportunidad, porque a pesar de las recomendaciones que se hacen con preguntas sugeridas, como las expresadas en la Tabla 3, los integrantes de los equipos realizaron escritos poco originales, la mayoría copiados de otras fuentes, haciendo un ejercicio de escasa reflexión o solo decorativa. No obstante, existieron excepciones, como la de la Figura 12, que, de manera muy sintetizada, explica su experiencia.

Tabla 3. Temas sugeridos para los carteles finales.

TEMAS SOBRE LOMBRICOMPOSTEROS	EXPERIENCIA SOBRE EL PROYECTO
1. ¿Qué es un lombricompostero? 2. ¿Qué tipo de lombriz se utiliza en los lombricomposteros y cuáles son sus características? 3. ¿Cuál es la función de las lombrices en el lombricompostero? 4. ¿Qué beneficios se obtienen con el uso de los lombricomposteros? 5. ¿Cuáles son los cuidados básicos que requiere un lombricompostero? 6. ¿De qué se alimentan las lombrices composteras? 7. ¿Qué producen las lombrices composteras y para qué sirve? 8. ¿Cómo se reproducen las lombrices composteras	1. Las dificultades que tuvimos con el proyecto del lombricompostero. 2. Algunas recomendaciones que daríamos a otro equipo en el cuidado del lombricompostero. 3. Las actividades que más nos gustaron del proyecto “Lombrices a la escuela”. 4. ¿Qué aprendimos del proyecto? 5. Las dificultades que tuvimos con el proyecto del lombricompostero.

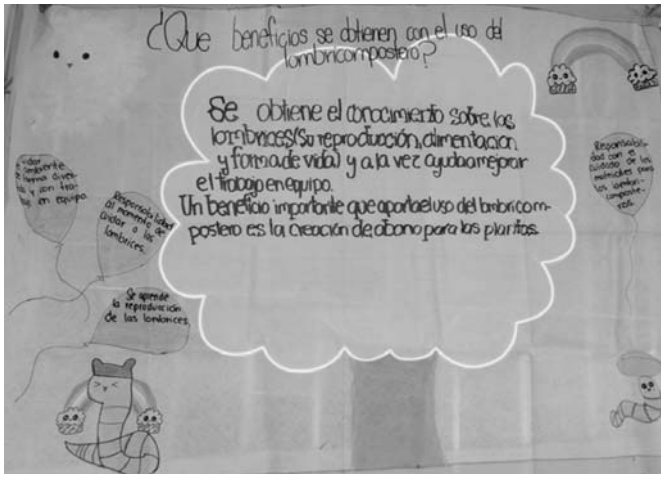


Figura 12. Cartel sobre el proyecto presentado en la Secundaria A, ciclo 2014-2015

4.3 ENTREVISTAS A PROFESORES

Los puntos de vista y percepciones de los siete profesores entrevistados, aportan a esta investigación, entre otras unidades de análisis, aspectos interesantes, ventajas, desventajas y problemáticas que detectaron. Un aspecto relevante en el que coincidieron los profesores, fue que al inicio, los estudiantes no comprendían del todo lo que se tenía que hacer, pero conforme pasó el tiempo adquirieron experiencia y sobre todo lograron un sentido de responsabilidad sobre un ser vivo.

> *"…..Responsabilidad, ellos sabían que cada semana debían comer. Disciplina porque ellos sabían que si no las alimentaban las lombrices se morían".* (Maestra generación 2014-2015).

> *"…como es la responsabilidad, para de alimentar a la lombricita hasta de cuidarla y mantenerla húmeda y luego ellos ya van conociendo qué es lo que les perjudica a ellas y procuran evitarlo".* (Maestra generación 2014-2015).

Las ventajas señaladas, están relacionadas con la congruencia de los temas con los bloques de la unidad de la asignatura de biología. Además, señalan que las sesiones de actividades, aportan a su práctica educativa una herramienta útil para profundizar en los temas y contar con un material palpable y concreto con el cual trabajar, además de acercar a los estudiantes a las metodologías que se llevan a cabo en Ciencias Naturales.

> *"Es un proyecto que le ayuda al alumno a conocer y a ejecutar el método científico. Porque les enseña desde observar hasta sacar conclusiones ya al final de su trabajo. Desde la observación, porque desde que les llevan el*

> *lombricompostero ellos están curioseando; al principio no saben de qué se va a tratar o cómo va a funcionar…pero ya cuando ya se les están dando las pláticas y ellos van avanzando, van comprendiendo y entonces es cuando le echan más ganas al trabajo que se les encomienda".* (Profesora, generación 2014-2015).

La desventaja o dificultad que mencionaron con mayor frecuencia fue que, al inicio, hubo algunos estudiantes a los que no les gustaba ensuciarse o agarrar a las lombrices. Señalan los profesores que la repulsión que les causan las lombrices se convierte en un obstáculo que inhibe la participación en el cuidado y observación del compostero. De acuerdo con el testimonio de los profesores, los estudiantes logran superar esa dificultad conforme avanza el proyecto.

Una problemática es que los estudiantes no siempre llevaban el alimento para las lombrices; una razón, además del olvido, es que en casa no existe una cultura de separación de residuos y al "guardar" las cáscaras y desechos orgánicos en el refrigerador, como se les recomienda, algunas familias no han logrado superar esta práctica. Para resolver esta problemática los docentes realizaron diversas estrategias, como establecer turnos de estudiantes que trajeran alimento para todos los equipos, o la idea sobre hábitos alimenticios de una maestra que solicitaba una fruta para comer en clase y utilizar los restos para la comida de las lombrices. Otra desventaja en la que coincidieron los/as profesores/as entrevistados/as, fue que al inicio se dedica más tiempo al proyecto y se cree que se retrasan las clases, pero conforme pasan los días los estudiantes se hacen más autónomos y responsables.

4.4 CONSIDERACIONES PARA LOS DOCENTES

Las pautas que recomendamos para realizar un proyecto con lombricomposteros están relacionadas con aspectos individuales, del trabajo en equipo, la dinámica escolar, del salón de clases y familiares o del hogar.

A continuación, nos permitimos señalar, brevemente, algunos aspectos que los profesores interesados en replicar este proyecto pueden tomar en cuenta.

Sociabilizar con el plantel escolar: resulta crucial el apoyo de los directivos de los planteles escolares, que en nuestra experiencia fue invaluable. También, resultó positiva la socialización del proyecto con el resto de los profesores, con los cuales se puede llegar a trabajar de manera interdisciplinar.

Involucrar a los padres de familia: es importante su participación en el proyecto educativo y sus finalidades, así como en cuestiones prácticas, como la separación de los desechos orgánicos en sus hogares, y culturales, como el desmitificar a la lombriz como un animal dañino o desagradable.

Influir situaciones de aprendizaje: realizar actividades reflexivas y analíticas de modo de no mecanizar las actividades de monitoreo y cuidado de las lombrices. Por ejemplo, la relación del porcentaje de humedad y grados de temperatura con las condiciones adecuadas para las lombrices.

Organizar y monitorear el cuidado de los lombricomposteros: los/as profesores/as que mejor se organizaron en el monitoreo y seguimiento de los lombricomposteros, fueron los que obtuvieron mejores resultados. Al respecto, señalamos que según sus recomendaciones y observaciones, el lugar donde se coloca el compostero y la frecuencia con que se alimenta y humedece, son factores importantes de sobrevivencia.

Fomentar compromiso y responsabilidad: el aspecto que ha favorecido el adecuado desarrollo del proyecto es el nivel de compromiso de los profesores y estudiantes, aunado con la experiencia adquirida.

Favorecer proyectos a largo plazo: un trabajo por proyecto de todo un ciclo escolar (aproximadamente 11 meses), tiene la ventaja de que los estudiantes se apropien de manera natural del lenguaje científico, y de procedimientos y actitudes favorables al desarrollo de la experiencia. Además de tener la oportunidad de observar ciclos biológicos de manera más completa.

Construir con otros: el trabajo en equipo no solo favorece la carga de trabajo práctico, sino que también se escuchan los aportes de otros y con esto se aprende a tomar mejores decisiones. Por ejemplo, cómo resolver la problemática de plagas en el compostero.

5. Proyecciones y conclusiones

Este proyecto continúa en proceso de construcción y refinamiento. Uno de nuestros objetivos es contar con un manual que incluya hojas de actividades y recursos didácticos que puedan apoyar a otros docentes interesados en él. Por esta razón, seguimos reflexionando sobre las formas más adecuadas de valorar el impacto formativo y social que proporciona. Esto nos ha llevado a modificar, por ejemplo, el cuestionario que aplicamos al inicio y al final, a probar distintas formas de presentar la información a los profesores y a discernir sobre los formatos de las actividades para los estudiantes. Nos interesa perfeccionar lo anterior antes de extender el proyecto a más escuelas. Estamos convencidos de que vale la pena valorar su impacto a largo plazo, y esto constituirá un programa de investigación en curso.

De manera preliminar podemos concluir que un proyecto de largo plazo como el que aquí se describe, tiene efectos positivos para estimular intelectualmente a los estudiantes y hacerlos involucrarse de manera afectiva y colaborativa. También

constatamos que los profesores fueron apropiándose del proyecto y sintiéndose más cómodos para realizarlo con el paso del tiempo, incluso con dos ciclos escolares para algunos de ellos.

El compromiso e involucramiento de los profesores se vio reflejado en la motivación de los estudiantes y consecuentemente en la cantidad de composta y lombrices que obtuvieron al final del ciclo escolar, así como en la mejoría del contenido y calidad de los carteles y textos producidos por los estudiantes.

Esperamos que el presente capítulo motive a otros profesores a implementar proyectos como éste o similares; asimismo agradeceremos que compartan sus experiencias con nosotros y/o soliciten más información acerca de este proyecto.

Referencias bibliográficas

Appelhof, M., F. Fenton, M. y Loos H., B. (1993). *Worms eat our garbage. Classroom Activities for a better environment.* Michigan U.S.A: Flower Press.

Brown, J., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.

Contreras S., Loza A. y Guillén F. (1995). ¡Hola! Soy una lombriz de tierra. Programa Universitario de Medio Ambiente, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Folleto impreso.

Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México, D. F.: McGraw-Hill.

Farrell, M. (1997). Teaching children about vermicomposting. *BioCycle.* 38 (6):78.

Kelley, R. (2001). Worms in the College Classroom: More Than Just a Composting Demonstration. *Journal of College Science Teaching*. 39 (3): 52-55.

Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*. Cambridge: Cambridge University Press.

Melero, J.; Bonet, D. y Comas, M. (2009). *Actividades pedagógicas relacionadas con el composteador.* España: Composteadores SL.

Melear, C. y Lunsford, E. (2007). Worms: Cultivate Our Curriculum: A Long-Term, Theme-Based Unit. *Science activities Heldref Publications*.44 (2):48-54.

Miller, G. A. y Guildea, P. M. (1987). How children learn words. *Scientific American*, 257 (3), 94-99.

Posner, G. (2005). *Análisis del currículo.* México, D.F.: McGraw-Hill.

Ruiz, M. y Acevedo, A. (2011). Uso de una Estación Experimental de Lombricomposta para Desarrollar Experiencias Multidisciplinarias a Nivel Universitario. *Formación Universitaria*. 4(5): 21-28.

Secretaría de Educación Pública (SEP) (2011). Programa de estudio del 2011. Guía para el maestro. Educación Básica Secundaria. Ciencias. México: SEP.

Sternberg, R. J. y Wagner, R. K. (1994). *Mind in Context*. New York: Cambridge University Press.

Trautmann, N. y Krasny M. (1998). Composting in the classroom, scientific inquiry for high school students. *Dubuque: Kendall Hunt.*

Trigwell, K., Prosser, M., y Waterhouse, F. (1999). Relations between teachers' approaches to teaching and students' approaches to learning. *Higher education*, *37*(1), 57-70.

Yoder, T. (2009). *Embracing diversities in elementary schools: Stepping outside the traditional classroom*. U.S.A: California State University Monterey Bay.

Capítulo 6

ANÁLISIS DE PROBLEMÁTICAS ECOSANITARIAS BARRIALES

Proyecto para la construcción de una perspectiva crítica

Diego Caraballo
Martín Dodes
Marcos Imberti
Elsa Meinardi

Contenido

Resumen
1. Introducción
2. Contexto de la experiencia
3. Objetivos del proyecto
4. Desarrollo de la experiencia
- *Primera etapa del trabajo por proyectos: Planificación*
- *Segunda etapa del trabajo por proyectos: Ejecución*
- *Tercera etapa del trabajo por proyectos: Evaluación*

5. Implicaciones para la práctica docente
6. Proyecciones y conclusiones
Referencias bibliográficas

Resumen

El trabajo por proyectos que presentamos en este capítulo, va en la línea propuesta por autores que mencionan que, mediante la acción, el profesorado debe poner al educando en el centro de la intervención educativa.

En el contexto de la educación popular en el cual se enmarca esta experiencia, trabajamos desde la perspectiva de la pedagogía crítica del educador brasilero Paulo Freire (1970), que propone pensar en un inédito-viable como posibilidad de superación de una problemática social.

Se espera, en definitiva, que la educación, mediante el trabajo comprometido en un proyecto colectivo, contribuya a la construcción de un sujeto empoderado, capaz de reconocer alternativas de cambio y preparado para demandar por sus derechos sociales.

1. Introducción

En el proyecto que presentamos, tomamos como eje teórico la perspectiva ecosistémica en salud, denominada enfoque de la **ecosalud**, la cual reconoce que hay nexos inextricables entre los humanos y su ambiente biofísico, social y económico, que se reflejan en la salud del individuo (Bonet, 2001).

Los elementos de esta perspectiva de investigación sobre problemas combinados de salud ambiental y humana en los países en desarrollo, fueron planteados como un enfoque ecosistémico, por primera vez, hace unos quince años (Forget y Lebel, 2001; Lebel, 2005). Considerar la salud o la enfermedad algo más que un simple resultado de efectos (acumulados) de factores determinantes sociales o ambientales, próximos e independientes, fue la piedra angular del enfoque y algo muy diferente a la opinión predominante en ese entonces, con respecto a la salud ambiental. Un enfoque ecosistémico reconoce que la salud y el bienestar son resultado de las interacciones complejas y dinámicas entre los factores determinantes, y entre las personas, las condiciones sociales y económicas y los ecosistemas. Las condiciones de los ecosistemas también se ven afectadas por un proceso dinámico de interacciones, a menudo debido a las actividades sociales y económicas de las personas (Charrón, 2014). Las complejas relaciones e interacciones entre las sociedades y los ecosistemas pueden considerarse como sistemas socioecológicos combinados (Berkes y Folke, 1998). Las actividades sociales, culturales y económicas de las personas –desde las decisiones puntuales en el hogar hasta las políticas nacionales y los tratados y sistemas internacionales– tienen lugar dentro de ecosistemas, a la vez que determinan la salud humana y configuran las relaciones que las personas tienen con los ecosistemas.

Los modelos de ecosalud comparten una filosofía similar, basada en el derecho de todas las personas y grupos sociales a tener acceso a la salud; en la necesidad fundamental del desarrollo comunitario y la sustentabilidad ambiental; en la pertinencia y las ventajas de los enfoques transdisciplinares; en la necesidad de un enfoque de gran apertura para entender cómo los demás perciben la realidad; en la importancia de las consideraciones sociales y de género para la creación de sociedades que garanticen la igualdad de oportunidades; y en el logro de consensos (Rodríguez, 2014). Así, el ambiente pasó de ser considerado "aquello que nos rodea" a pensarse a través de modelos que involucran aspectos físicos, químicos, biológicos y sociales tales como la pobreza, las carencias educativas, la discriminación por cuestiones de género y las prácticas aceptadas y rechazadas en un determinado espacio geográfico y tiempo histórico; lo que genera, a su vez, un impacto directo en los modos de concebir la salud y, por ende, genera otros modos de pensar la intervención educativa, para dar cuenta de una educación para la salud y una educación ambiental integradas (Meinardi, 2010).

La educación ambiental y la educación para la salud ponen el énfasis en propósitos relacionados con los cambios en las actitudes. Además, ambas comparten el peso que asumen las problemáticas de género en su construcción. Así como no se puede pensar en una educación para el desarrollo y la calidad del ambiente sin tener en cuenta el papel que desempeñan las asignaciones de género en cada cultura, no se puede imaginar una educación para la salud que no las considere. Por ejemplo, las mujeres son, en algunas situaciones, las más afectadas por las enfermedades y la desnutrición; en muchas sociedades, los servicios de atención a la salud reciben en su mayoría a población masculina; o bien, una causa frecuente de deserción o de bajo rendimiento escolar es que las niñas son las encargadas de cuidar a sus hermanos y hermanas menores o a sus propios hijos. Así, es evidente que la salud y el ambiente dependen de una multiplicidad de variables, por lo que tal complejidad genera la necesidad de adoptar enfoques históricos, geográficos y económicos, entre otros, además de los biológicos. Esto redunda en una exigencia superior a la que podría demandar la enseñanza de un tema "disciplinar", propio del currículo, que transitan los y las docentes en su formación, lo cual conduce, muchas veces, a que ellos sigan ligados a los enfoques tradicionales en educación para la salud y educación ambiental; lo cual se reflejaría en las típicas descripciones de síntomas, formas de contagio y prevención de las enfermedades, para el caso de problemáticas de salud o, en relación con los aspectos ecológicos, hacer de ellos un reducción en lugar de enfocarlos desde una perspectiva más amplia que integre los aspectos económicos, sociales, axiológicos y culturales, entre otros, destacando las relaciones entre todos ellos (Meinardi, op. cit.).

En el trabajo que presentamos en este capítulo, nos propusimos llevar adelante una metodología basada en proyectos que permitiera construir, con los y las estudiantes, la noción de ecosalud como marco para la integración de las

perspectivas ambientales y de salud, mediante el relevamiento y el análisis de problemas ambientales barriales que afectan a la comunidad de la escuela, y su relación con la calidad de vida y la salud.

2. Contexto de la experiencia

El proyecto que presentamos se llevó a cabo con estudiantes de nivel medio en la asignatura Educación Ambiental, en el Bachillerato Popular Simón Rodríguez, en la provincia de Buenos Aires, en Argentina.

Al respecto, la población que asiste a los Bachilleratos Populares en Argentina está constituida por jóvenes y adultos, en su mayoría pertenecientes a niveles socio económicos bajos. Algunos de los aportes más importantes de estos proyectos de educación formal, caracterizados como político-innovadores, es que poseen un enorme potencial como transformadores de las representaciones de los docentes. Entre las contribuciones, tanto a la formación docente inicial como en servicio, se destacan: el papel de los docentes en la confección del currículo real, los dispositivos de reflexión sobre la propia práctica y la articulación de la escuela con las organizaciones sociales del barrio (Kohen y Meinardi, 2011).

Consideramos que la relevancia central de este trabajo por proyectos radica en la incorporación de nuevas estrategias en la escuela, tendientes a revertir las formas de exclusión educativa de los sectores sociales más vulnerados.

3. Objetivos del proyecto

Dado que el propósito primordial de la investigación y práctica de la ecosalud es desarrollar intervenciones que sean ambientalmente sustentables y de base comunitaria para mejorar la salud de las comunidades afectadas, y considerando que se ha logrado un gran éxito a partir de la incorporación de la transformación y el empoderamiento comunitarios (Rodríguez, 2014), la metodología de trabajo por proyectos que presentamos, en la cual se prioriza el aprendizaje por medio de la experiencia, es sumamente pertinente para el logro de los objetivos que a continuación se plantean.

Que los y las estudiantes sean capaces de:

- Abordar problemáticas relacionadas con la salud y con la relación entre la sociedad y el ambiente.
- Adoptar la perspectiva de la ecosalud, como marco de referencia para el análisis de dichas problemáticas.
- Hacer uso de metodologías de detección, indagación, confrontación y comunicación de problemáticas ambientales que impactan en la salud de las comunidades de las cuales forman parte.

Apropiarse de criterios para la toma de decisiones en relación con el reconocimiento acerca de cuál es la información de la que requieren disponer para dar cuenta de las problemáticas ecosanitarias que detectan en los lugares que habitan.

Aproximarse a la concepción de problematización y acción en tanto procesos inseparables: una vez codificada una situación problemática, reconocidas sus partes y las relaciones entre ellas, sean capaces de elaborar una comunicación como acción que sintetice dicha problemática.

Evaluar la propuesta de trabajo por proyectos en relación con los objetivos enunciados.

4. Desarrollo de la experiencia

4.1 PRIMERA ETAPA DEL TRABAJO POR PROYECTOS: PLANIFICACIÓN

El trabajo desarrollado en este proyecto fue planificado por estudiantes en formación, del Profesorado de Biología de la Universidad de Buenos Aires (tres primeros autores de este capítulo) y orientado por una tutora didáctica (cuarta autora), Profesora de la materia Didáctica de la Biología en dicha institución.

Su formulación insumió dos meses de trabajo colaborativo, en el cual se constituyó una comunidad de práctica (Wenger, 2001). Se tomaron en cuenta marcos teóricos en los que se asume la innovación en la enseñanza, como eje para el planteo de las actividades en el aula (Anijovich, 2006; Jiménez Aleixandre, 2003; Meinardi, 2010; Sanmartí, 2000; entre otros), la resolución de problemas (Meinardi, 2010; Fabre y Orange, 1997) y el trabajo por proyectos (Anijovich y Mora, 2010; Bixio, 2006; Perrenoud, 2001; Meinardi y Sztrajman, en este mismo libro; entre otros).

4.2 SEGUNDA ETAPA DEL TRABAJO POR PROYECTOS: EJECUCIÓN

A continuación se indican las actividades desarrolladas, producto del extenso trabajo de planificación que ya se mencionó. Su ejecución en el aula se realizó, aproximadamente, en dos meses.

La siguiente tabla resume cada una de las actividades propuestas y sus objetivos.

Actividad	Denominación	Breve descripción de las actividades del alumnado:	Objetivos específicos. Que los/las estudiantes sean capaces de:
1	De apertura /motivacional.	Resuelve un cuestionario que permite consensuar los "criterios de análisis de una problemática", aplicándolos a la situación planteada en un artículo periodístico escogido por el profesorado.	• Identificar el funcionamiento social de los grupos humanos como actores de una problemática relacionada con la ecosalud, considerando sus intereses y conflictos. • Reflexionar acerca de la manera en que esas problemáticas pueden involucrarlos a ellos/as. • Utilizar criterios para el análisis de una problemática compleja. • Consensuar opiniones y comunicarlas a otros grupos. • Ejercitar formas de comunicación oral y escrita.
2	Criterios de análisis.	Aplica los criterios de análisis a una situación problemática que puede ser considerada de salud o ambiental, para luego evidenciar que ambas situaciones pueden ser vistas desde la perspectiva integradora de la ecosalud.	• Revisar las definiciones de problemas ambientales y de salud. • Apreciar las interrelaciones entre estos problemas, de modo que se manifieste la fuerte asociación entre las problemáticas ambientales con el concepto de salud. • Aproximarse a la visión integradora de la ecosalud. • Reflexionar sobre las causas ambientales de algunos problemas de salud.
3	Inédito viable.	Toma conocimiento del modelo RIV y seguidamente trabaja con esta perspectiva para el análisis de una situación concreta presentada por el profesorado.	• Comprender el esquema de análisis freireano de "Realidad/ Inédito viable" (RIV). • Aplicar el modelo, como herramienta de análisis para el estudio de una problemática particular y próxima a su realidad cotidiana. • Comprender qué es un plan de acción.
4	Uso de distintas fuentes de información aportadas por el profesorado.	Consulta fuentes aportadas por el profesorado para complementar la información sobre una problemática ecosanitaria.	• Utilizar diferentes fuentes de información para aportar datos a la problemática que se analiza • Relacionar dicha información con la analizada anteriormente.
5	Elección de una problemática ecosanitaria.	Plantea problemáticas barriales que les afectan y/o conocen y las analizan con los criterios definidos en las clases anteriores.	• Proponer problemáticas ecosanitarias de su propio barrio. • Aplicar el Criterio de análisis de problemáticas en un contexto próximo.

6	Búsqueda de información en distintas fuentes.	Hace su propia búsqueda de información para aportar datos útiles para el conocimiento y análisis de una problemática.	• Conocer la variedad de fuentes de las que pueden obtener información y puedan filtrarla utilizando palabras claves. • Recopilar información de distintas fuentes, que pueda aportar datos a la problemática analizada. • Utilizar el material encontrado para plantearse preguntas relacionadas a las problemáticas elegidas.
7	Planteo de la situación inicial (1) y de posibles situaciones esperadas (2).	Aplica el esquema RIV a la situación problemática propuesta por ellos/as.	• Construir un cuadro de la situación existencial de la problemática en el barrio, a partir de la información encontrada. • Plantear, de manera grupal, posibles situaciones deseables.

A continuación se hace una descripción exhaustiva de cada actividad.

ACTIVIDAD 1: De apertura

El docente entrega a la clase, fotocopias de una noticia extraída de un periódico en el que se plantea un conflicto social. Para generar el interés y la toma de decisiones, en todos los casos se utilizó material extraído de noticias del diario en el que se mencionan situaciones cercanas a los alumnos y alumnas.

El artículo propuesto es el siguiente:

09.07.2012 | 16:43 |Por: INFOnews

Vecinos de la Villa 31 bloquean la terminal de ómnibus de Retiro*

En el último día del fin de semana largo, la protesta impide el ingreso y salida de ómnibus de larga distancia. Reclaman por el suministro de energía eléctrica para un sector de la Villa y por problemas en la calefacción e infraestructura de la Escuela Primaria 11.

Problemas por bloqueo en la Terminal

Los vecinos de la villa o barrio San Martín bloquean la entrada y salida de micros de larga distancia en la terminal de ómnibus de Retiro, en reclamo del acceso al servicio de energía eléctrica en un sector de ese asentamiento porteño.
Los manifestantes se concentran en la avenida Antártida Argentina, donde queman neumáticos para interrumpir el tránsito vehicular en la zona. Además, reclaman por problemas en la calefacción e infraestructura de la Escuela Primaria 11, a la que asiste la mayoría de los niños del asentamiento.
Debido al bloqueo, los servicios de ómnibus de *larga distancia, que llegaban y salían de la terminal de Retiro, se ven afectados.*

** La noticia fue acortada para los fines que aquí se proponen.*

Tras la exposición del material a la clase, se busca generar un debate reflexivo, con el fin de sistematizar un lenguaje común para el análisis de problemáticas. Se suministran las siguientes preguntas a los/as estudiantes, las cuales constituyen los "**Criterios de análisis de una problemática**".

- *Respondan por escrito las siguientes preguntas, después de haber leído el artículo. En caso de haber desacuerdos con tu compañero/a, aclárenlo en sus escritos.*
  - ¿Cuáles creen que son los problemas?
  - ¿Quiénes participan del conflicto?
  - ¿Cuáles pueden ser sus intereses?
  - ¿A quién beneficia y a quién perjudica la situación? ¿Por qué?
  - ¿Qué información necesitarían para entender mejor el problema?
  - Entonces… ¿Cuáles creen ustedes que son los problemas?

Las preguntas se analizan en grupos de 2 alumnos/as y después de 15 minutos de trabajo cada grupo presenta sus producciones, mientras los docentes toman nota en el pizarrón. Para cada pregunta se arma una lista con los conceptos que sintetizan la puesta en común.

En relación con el artículo periodístico, esperamos que se refieran al problema de las personas que tienen que salir de viaje y se ven retrasadas, y al problema de las personas que se quedaron sin energía eléctrica, que utilizan para la calefacción de sus hogares y de la escuela donde asisten sus hijos/as. Que puedan notar que en el conflicto participan conductores de ómnibus; pasajeros cuyo interés es movilizarse en tiempo y forma; y la gente del barrio, que busca que se les restituya de algún modo el servicio eléctrico. Esperamos que en las producciones estudiantiles surja que los perjudicados son los pasajeros y eventualmente la empresa de ómnibus y los conductores, pero que la gente del barrio se ve expuesta a una situación más prolongada de carencias habitacionales. Esperamos también que mencionen, como información que les gustaría conocer, a quién podrían reclamar institucionalmente estas personas para que puedan brindarles una solución.

Después de esta etapa, la pregunta final busca, entonces, que se vuelva a pensar acerca de que ciertas situaciones de conflicto son un síntoma que desnuda problemáticas de fondo más graves como pobreza, ausencia del Estado (Gobierno) en su función asistencial y de canales de representatividad y participación.

Se busca que, de esta manera, puedan describir una situación problemática dada, en función de quiénes intervienen (actores) y en qué se pueden ver afectados o beneficiados (intereses).

<u>ACTIVIDAD 2</u>: Criterios para el análisis de una problemática

Se divide la clase en 2 grupos, evitando que ambos grupos se den cuenta que se les da una consigna diferente (en un caso se interroga por problemas ambientales y en el otro, por cuestiones de salud).

Al grupo 1 (que denominamos aquí "Ambiental") se le entrega la siguiente instrucción por escrito:

- *Propongan un problema AMBIENTAL y expliquen, siguiendo los "criterios de análisis de una problemática", por qué creen que es un problema ambiental.*

  Criterios de análisis de la problemática:

  - ¿Cuáles creen que son los problemas?
  - ¿Quiénes participan del conflicto?
  - ¿Cuáles pueden ser sus intereses?
  - ¿A quién beneficia y a quién perjudica la situación? ¿Por qué?
  - ¿Qué información necesitarían para entender mejor el problema?

Al grupo 2 (que denominamos aquí "Salud") se le entrega esta instrucción por escrito:

- *Propongan un problema de SALUD y expliquen, siguiendo los "criterios de análisis de un problema", por qué creen que es un problema de salud.*

  Criterios de análisis de la problemática:

  - ¿Cuáles creen que son los problemas?
  - ¿Quiénes participan del conflicto?
  - ¿Cuáles pueden ser sus intereses?
  - ¿A quién beneficia y a quién perjudica la situación? ¿Por qué?
  - ¿Qué información necesitarían para entender mejor el problema?

Esperamos que, como problemas ambientales, expongan cuestiones comúnmente tratadas en los medios de comunicación, como: extinción de especies o tala y quema indiscriminada de selvas y bosques, o incidentes como derrames de petróleo. También esperamos que mencionen algún problema relacionado con desechos industriales, como humo de chimeneas y emanaciones y/o líquidos de desecho vertido en ríos y arroyos. Pueden también referirse a molestias puntuales que reciben, como humo de autos y camiones. Existe la posibilidad de

que expongan cuestiones relacionadas con los modos de producción del hombre y cómo éstos producen alteraciones del paisaje.

Como problemas de salud, esperamos que mencionen síntomas como diarreas, dificultades para respirar, tos, vómitos y enfermedades como bronquiolitis, anginas, varicelas, gripes e incluso cáncer. Podría ser interesante que mencionen, de algún modo, los servicios asistenciales cercanos que tienen, y hagan mención a la posible falta de acceso a una buena medicina preventiva.

Luego, se intercambian los problemas entre los grupos, de manera que en este segundo momento el grupo 1 (inicialmente ambiental) trabaje el problema de salud presentado por el otro grupo y el grupo 2 (inicialmente de salud), el problema ambiental. Con esta metodología se apunta al logro de los objetivos propuestos inicialmente para la actividad, es decir, concretamente a la construcción de una concepción integrada de salud y ambiente, desde la cual se define un problema ecosanitario.

A ambos grupos se les entrega la siguiente instrucción por escrito:

- *Discutan y expresen por escrito, si consideran que este es un problema AMBIENTAL (consigna para el grupo 1)/de SALUD (consigna para el grupo 2) y por qué. Si éste no fuera un problema de ese tipo, aclarar qué le faltaría para serlo.*

En esta parte del trabajo esperamos, por ejemplo, que los y las estudiantes del grupo 2 (salud) amplíen los problemas ambientales mencionados por el estudiantado del grupo 1, tratando de incluir perjuicios al bienestar humano, mientras que los del grupo 1 (ambiental) traten de desarrollar cuestiones relacionadas con el entorno de la gente, que pueda ser causante de, o que favorezca, la aparición de ciertas enfermedades. Por la naturaleza de la instrucción, también es posible que simplemente les parezca que el otro grupo "lo encaró mal" o que incluso se den cuenta rápidamente, que en realidad tenían una pauta diferente. También, según las respuestas dadas, puede no ser sencillo encontrar el perjuicio a poblaciones humanas, de ciertos problemas denominados ambientales o una cuestión ambiental que se pueda identificar con un problema de salud determinado.

PUESTA EN COMÚN GENERAL

Se lleva a cabo una puesta en común donde se pretende trabajar con el siguiente esquema (Fig. 1) en el pizarrón. En esta puesta en común, buscamos que los estudiantes puedan describir problemáticas, siguiendo los criterios ya mencionados, que ubicarán en algún lugar del diagrama. Esperamos que surjan problemáticas de salud y ambientales con las que hayan tenido conocimiento por los medios masivos de comunicación y también por situaciones vividas en el

barrio. Éstas, en particular, deben ser destacadas, porque pueden dar lugar a la reflexión sobre su propia situación y al brote de un accionar transformador.

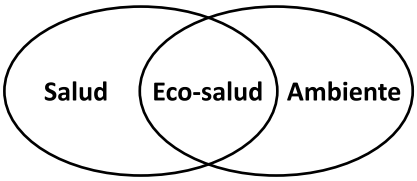


Figura 1. Problemáticas identificadas y clasificación siguiendo el esquema propuesto.

En el caso en que la intersección quede vacía, proponemos las siguientes problemáticas próximas a los/as alumnos/as para su abordaje:

- Diarrea infantil.
- Problemas respiratorios, por quemas de basura o emisiones industriales.
- Proliferación de roedores, insectos o cualquier otro foco de enfermedades.
- Falta de calefacción/refrigeración, por corte del suministro eléctrico.
- Acumulación de basura, por falta de recolección.

ACTIVIDAD 3: El inédito viable

Para guiar las próximas actividades, se propone a la clase un problema ecosanitario como ejemplo (en este caso, "residuos urbanos" , ver Anexo), el cual es utilizado como modelo para explicar la siguiente metodología freireana (Freire, 1970):

Esquema "Realidad / inédito viable"

- *Primera etapa:*

El trabajo se inicia con el planteo de una Situación existencial 1, de la cual todos conocen algo, pero a su vez ignoran cómo es en su totalidad. Es la etapa de armado de "un mapa de conflicto". La situación se manifiesta, es de interés para todos los sujetos presentes, pero todavía no está identificada la problemática en su totalidad, ni los actores involucrados, etc.

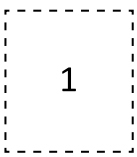


Figura 2. Situación 1 incompleta (representada con línea de puntos).

- *Segunda etapa:*

A medida que va aumentando la información disponible, las opiniones y el análisis crítico llevan a delimitar la problemática; así, se llega a la totalidad de la Situación 1. Luego se proponen otras situaciones existenciales posibles, que configuran una Situación esperada (2), porque al estar la realidad plasmada de forma más completa, surge el anhelo de llegar a otra realidad. ¿Pero, cómo? No está claro todavía; recién está completo el mapa de conflicto, pero hay una barrera entre la situación existencial real (1) y aquella a la que se aspira llegar (2).

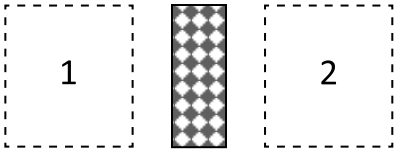


Figura 3. Situación 1 real (representada con línea completa), Barrera y Situación 2 esperada.

- *Tercera etapa:*

Surge el inédito viable (a). Es el puente que pretende minimizar la tensión entre las situaciones 1 y 2. Es inédito porque aún no sucedió, pero es viable, porque se conocen las totalidades 1 y 2, y surge un plan de acción para esa transformación, terminando de conformar el esquema "Realidad / Inédito Viable" (RIV).[4]

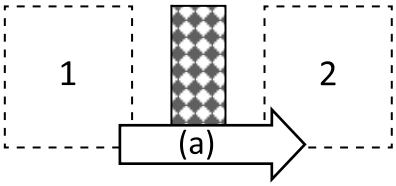


Figura 4. Inédito viable.

- *Cuarta etapa:*

El inédito viable, en tanto plan, se consuma en acción luego de la problematización.

Como dispositivo que ayude a inscribir una problemática en el esquema RIV, implementaremos las siguientes actividades del proyecto:

Se presenta a la clase una problemática ecosanitaria (en este caso relacionada con los "residuos urbanos"). Luego, se propone que los/las estudiantes asuman el rol de las personas involucradas en el relato y que comiencen a construir la Situación 1, poniéndose en el lugar de los protagonistas del relato, basando esta construcción en sus conocimientos previos.

4 Las "situaciones límites" se presentan a los hombres como si fuesen determinantes históricas, aplastantes, frente a las cuales no les cabe otra alternativa, sino el adaptarse a ellas. De este modo, los hombres no llegan a trascender las "situaciones límites" ni a descubrir y divisar más allá de ellas y, en relación contradictoria con ellas, el *inédito viable*. En el momento en que estos las perciben ya no más como una "frontera entre el ser y la nada, sino como una frontera entre el ser y el más ser", se hacen cada vez más críticos en su acción ligada a aquella percepción. Percepción en que se encuentra implícito el *inédito viable* como algo definido a cuya concreción se dirigirá su acción. De este modo, se impone a la acción liberadora, que es histórica, sobre un contexto también histórico, la exigencia de que esté en relación de correspondencia, no sólo con los temas generadores, sino con la percepción que de ellos estén teniendo los hombres. (Freire, 1970).

ACTIVIDAD 3: Una problemática ecosanitaria

06.12.2007 | Por: CLARÍN.COM

EL PLAZO VENCÍA AYER, PERO AÚN NO HAY OTRO LUGAR DONDE DERIVAR LA BASURA

Protesta vecinal porque sigue abierto el basural de Ensenada

El cierre definitivo del relleno sanitario de Punta Lara, en el plazo establecido por la Justicia, finalmente no se cumplió. Ayer era la fecha decisiva para que el predio dejara de funcionar. Por eso, vecinos y ambientalistas se instalaron frente al CEAMSE[5] de Ensenada para impedir el ingreso de los camiones con basura que provienen de La Plata y del sur del conurbano.

Noticia completa disponible en: http://edant.clarin.com/diario/2007/12/06/laciudad/h-04305.htm

- *Si fuesen vecinos que viven próximos al basural, ¿qué razones tendrían para sumarse a la protesta? Poniéndose en el lugar de estos vecinos, apliquen los criterios de análisis a esta problemática:*

- ¿Cuáles creen que son los problemas?
- ¿Quiénes participan del conflicto?
- ¿Cuáles pueden ser sus intereses?
- ¿A quién beneficia y a quién perjudica la situación? ¿Por qué?
- ¿Qué información necesitarían conocer para entender mejor el problema?

Algunas de las posibles explicaciones podrían ser:

- El problema es que no existe un lugar nuevo donde depositar la basura. El problema es que se tira basura en un lugar que perjudica a los vecinos. El problema es que el Estado (Gobierno) no tiene una buena manera de disponer de los residuos.
- Participan del conflicto la CEAMSE, los vecinos y ambientalistas, los choferes de los camiones de basura, de manera directa. Indirectamente, también se pueden incluir funcionarios de gobierno municipal, provincial y nacional, así como los habitantes de La Plata y el sur del conurbano bonaerense.
- Los intereses de los vecinos estarán vinculados a su salud. El interés de la CEAMSE es poder contar con un lugar donde hacer la descarga de residuos,

5 CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado es una empresa que en la actualidad, procesa 17.000 toneladas de residuos diarios provenientes de la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano Bonaerense. Más información en: http://www.ceamse.gov.ar/

mientras que el de los funcionarios de gobierno es resolver el conflicto para minimizar el costo político. El interés de los habitantes de La Plata y el sur del conurbano bonaerense, es que se efectúe la recolección de sus residuos en tiempo y forma adecuados. También puede haber intereses económicos de parte del Estado y de la empresa recolectora y de los empleados que trabajan en la empresa recolectora.

- El que se mantenga abierta la planta podría beneficiar a los vecinos de otros lugares donde se podría instalar un nuevo basural, y también a la CEAMSE que tendría donde seguir depositando residuos.

  Sin dudas, los perjudicados son los vecinos de la zona cercana al basural, porque su salud estaría en riesgo y por eso hacen la protesta.

• *¿Qué es lo que está evitando que se abra un nuevo basural? ¿Qué consecuencias trae vivir cerca de un basural? ¿Qué impide que se haga un tratamiento de la basura que no afecte la salud?*

A continuación, el/la docente presenta en el pizarrón un esquema conceptual que sintetiza la Situación 1 con las ideas expuestas, que pretende anticipar la etapa de diagnosis inicial de los estudiantes sobre la problemática (se presenta un ejemplo posible en la Figura 5, el cual se debería ajustar a las ideas que surjan de las explicaciones de los y las estudiantes; en esta instancia el esquema es construido por los docentes a modo de ejemplo y luego se trabajará su construcción con el estudiantado).

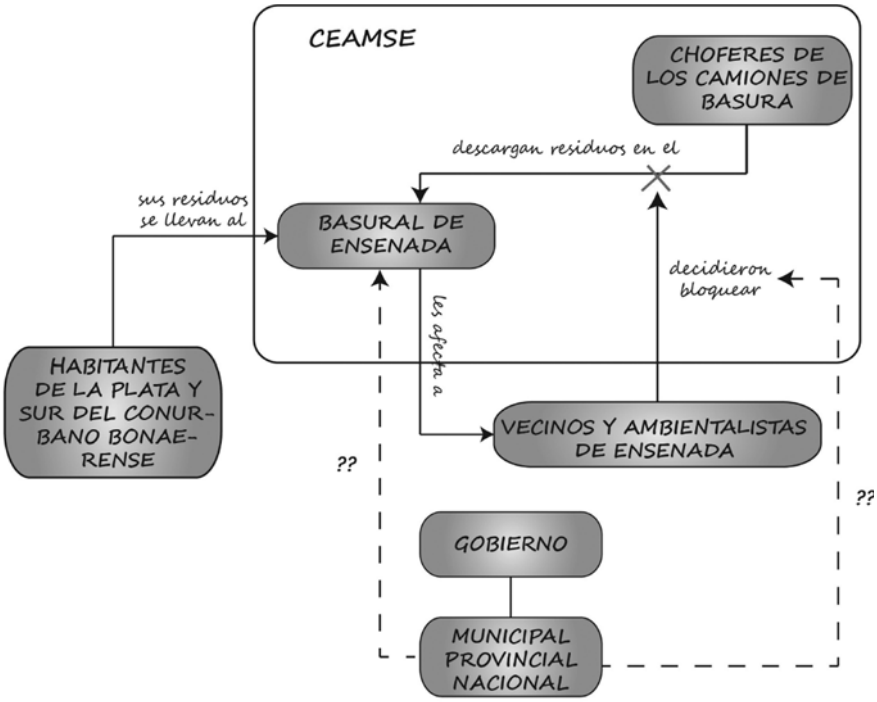


Figura 5. Uno de los posibles esquemas que pueden confeccionarse colectivamente para sintetizar las interacciones entre los actores de la problemática ecosanitaria y para describir la situación inicial de la misma.

A continuación, la actividad continúa con la pregunta orientadora, abierta a la clase:

- *¿Cómo creen que debería ser la disposición de los residuos urbanos de modo que se resuelva/evite el conflicto con los/as vecinos?*

Debe propiciarse un ambiente apto para que todos se expresen y puedan discutir todas las ideas que surjan. Se espera que, al no consultarse fuentes de información y por lo tanto abordarse la problemática desde los saberes previos y el sentido común, surjan enunciados muy generales, del tipo: "Los basurales deberían estar muy lejos de los lugares poblados". También pueden surgir argumentos simples como: reciclar o quemar la basura. La idea es dejar que los discutan los/as alumnos/as, y luego construir colectivamente una lista de la Situación 2 (que es la situación deseada, en contraposición y como alternativa superadora de la Situación 1) en el pizarrón, al lado del esquema conceptual de la Situación 1, con las respuestas que surjan de los y las estudiantes.

Finalmente, se hará la pregunta a todo el grupo clase, mientras el/la docente dibuja la flecha (a) (el inédito viable) para concluir el esquema RIV en el pizarrón:

- *¿Qué sería necesario hacer para que la Situación 1 se convierta en la Situación 2?*

Se construye colectivamente un nuevo esquema conceptual 2 (Fig. 6). El/la docente guía la construcción poniendo énfasis en que los actores y las relaciones que los vinculan deben reflejar lo que plantean los enunciados de la lista 2 o que éstos aparezcan de forma explícita en la representación. El esquema conceptual 2 se construye buscando que haya una correspondencia entre los elementos de éste y del esquema 1, siempre tratando de que en el segundo los elementos constituyan una situación superadora de la primera, según la opinión de los/as estudiantes. Una vez finalizada esta segunda representación, se pregunta a los/as estudiantes si están de acuerdo con la forma en que se vinculan los distintos actores o si modificarían alguna relación o nodo, logrando una versión final que exprese, en lo posible, los consensos alcanzados por el grupo.

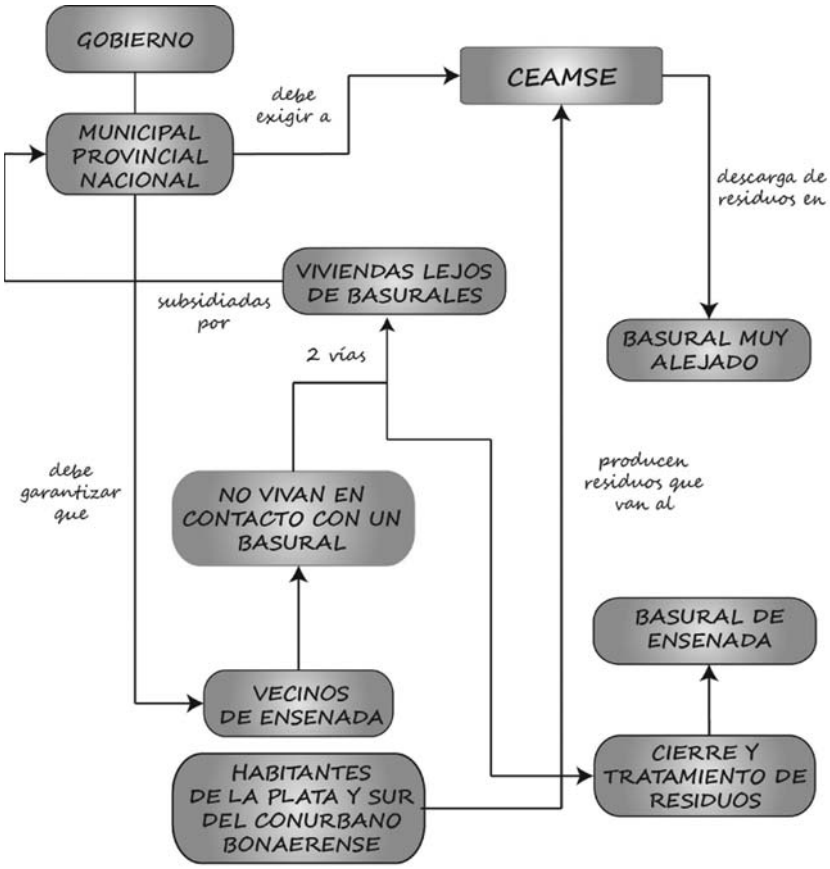


Figura 6. Uno de los posibles esquemas conceptuales que pueden confeccionarse colectivamente para sintetizar las interacciones propuestas como deseables entre los actores de la problemática ecosanitaria y, de este modo, proponer una nueva situación existencial superadora de la inicial.

Por último, se va completando el esquema de la Figura 2, agregando los elementos necesarios para construir la Figura 3, explicando nuevamente el significado de sus componentes, ya que el esquema RIV servirá como herramienta de investigación de problemáticas y como orientador para la generación de propuestas de cambio de una situación problemática inicial a una situación deseada.

ACTIVIDAD 5: Uso de distintas fuentes de información

Concluida la actividad 4, el curso es dividido en un mínimo de cuatro grupos, a los que se les asignan materiales de distintas fuentes referidos a la problemática que se está analizando (en este caso, los residuos urbanos - Ver Anexo): recortes periodísticos, textos de normativas y leyes sobre el tema; información acerca de efectos sobre la salud provocados por residuos; folletos de campañas divulgativas del Estado (Gobierno) y de ONGs[6].

Se explica a los/las estudiantes que el material fue obtenido en sitios de internet, mediante una estrategia que involucra la utilización de motores de búsqueda y se les comentará que ellos mismos deberán buscar información de esta manera, en actividades posteriores. Además, se entrega a todos los grupos un glosario de términos específicos, relacionados con la temática de residuos sólidos urbanos, proveniente de internet, y se remarca que en una búsqueda de información muchas veces se debe consultar definiciones, y que para eso existen numerosos glosarios, enciclopedias y diccionarios disponibles.

Luego de la lectura, se vuelven a analizar los esquemas 1 (Situación inicial real) y 2 (Situación superadora deseable) de la actividad anterior y se amplían, siguiendo los mismos pasos y realizando las mismas preguntas de manera abierta.

Finalmente, las preguntas orientadoras que se utilizan en esta etapa, y que se formulan en una puesta en común, son:

- *¿Qué información nueva aportan las fuentes consultadas? ¿De qué forma esta información modifica los esquemas conceptuales? ¿Las acciones a tomar son las mismas, antes y después de consultar las fuentes?*

En relación con la Situación 1, se espera que surjan nuevos actores y nuevas relaciones, cuando se responde a los criterios de análisis de la problemática, y que éstos, a su vez, se vean reflejados en el esquema RIV posterior. A partir del análisis crítico de las fuentes de información, es deseable que se visualice un mayor número de problemáticas, como por ejemplo:

6 ONGs: Organizaciones no gubernamentales.

- La cantidad de residuos sólidos que se producen y las formas de disminuirlos. Estrategias de 3 Rs: Reciclado, Reducción y Reutilización de residuos;
- los problemas ecosanitarios relacionados con la existencia de basurales;
- la clasificación de RSUs (Residuos sólidos urbanos) y funcionamiento de plantas de separación y tratamiento de RSUs. El caso de las cooperativas de recuperadores urbanos;
- los derechos y garantías que ofrece el Estado y las responsabilidades con que debe cumplir y hacer cumplir;
- la posibilidad o no de separar en origen la basura doméstica;
- la generación innecesaria de RSUs en el ámbito productivo: el problema del *packaging* (cajas y otros elementos de desecho de la industria del empaque);
- el camino que recorren los RSUs entre otras.

La Figura 7 presenta un esquema que muestra nuevos actores y relaciones en la Situación 1 (real), por lo que amplía las expuestas en la Figura 5, a partir del aporte de distintas fuentes.

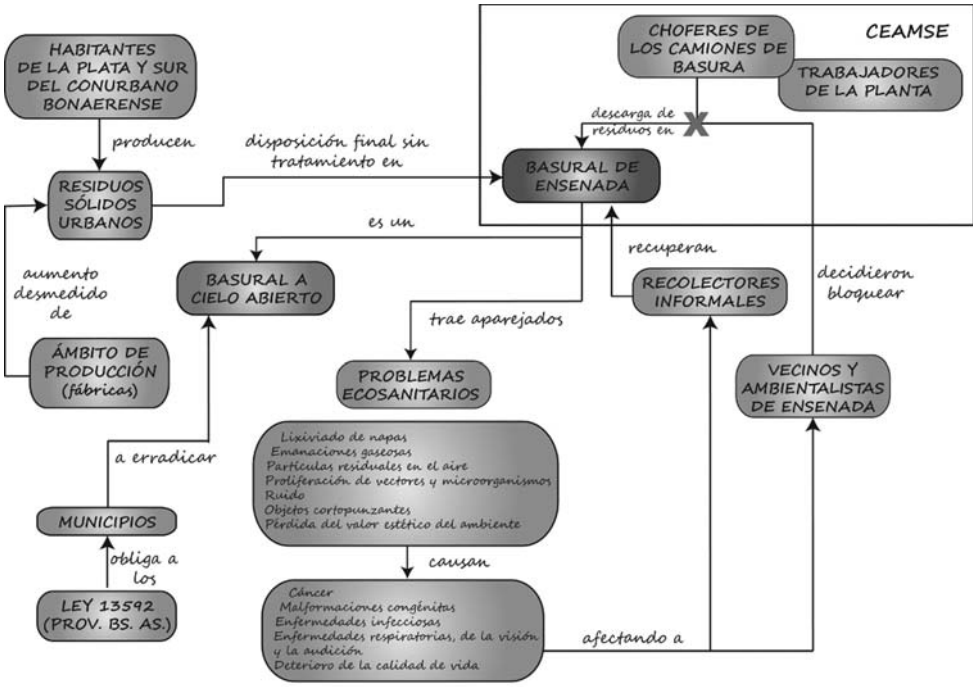


Figura 7. Situación problemática 1 (real) ampliada luego de la lectura de materiales provenientes de distintas fuentes.

En cuanto a la lista de Situaciones 2, superadoras, luego de consultarse las fuentes de información, pueden pensarse algunas tales como:

- “La gente de Ensenada no debería vivir en contacto con un basural”.
- “No debe haber basurales a cielo abierto”.
- “Debe disminuirse la cantidad de residuos, cuyo destino sea la disposición final”.
- “Protección del agua, aire, suelo, flora, fauna y paisajes locales”.
- “Transformación de saberes y conductas individuales y colectivas, en relación con el ambiente”.

Los enunciados que surgen, son similares a los de la Actividad 3. La diferencia más significativa radica en el inédito viable, donde se conjugan actores y relaciones, explicitando, en el esquema conceptual, un plan de acciones más concretas de lo que se había podido precisar en la actividad anterior. Un posible esquema al que se puede aspirar se muestra en la Figura 8.

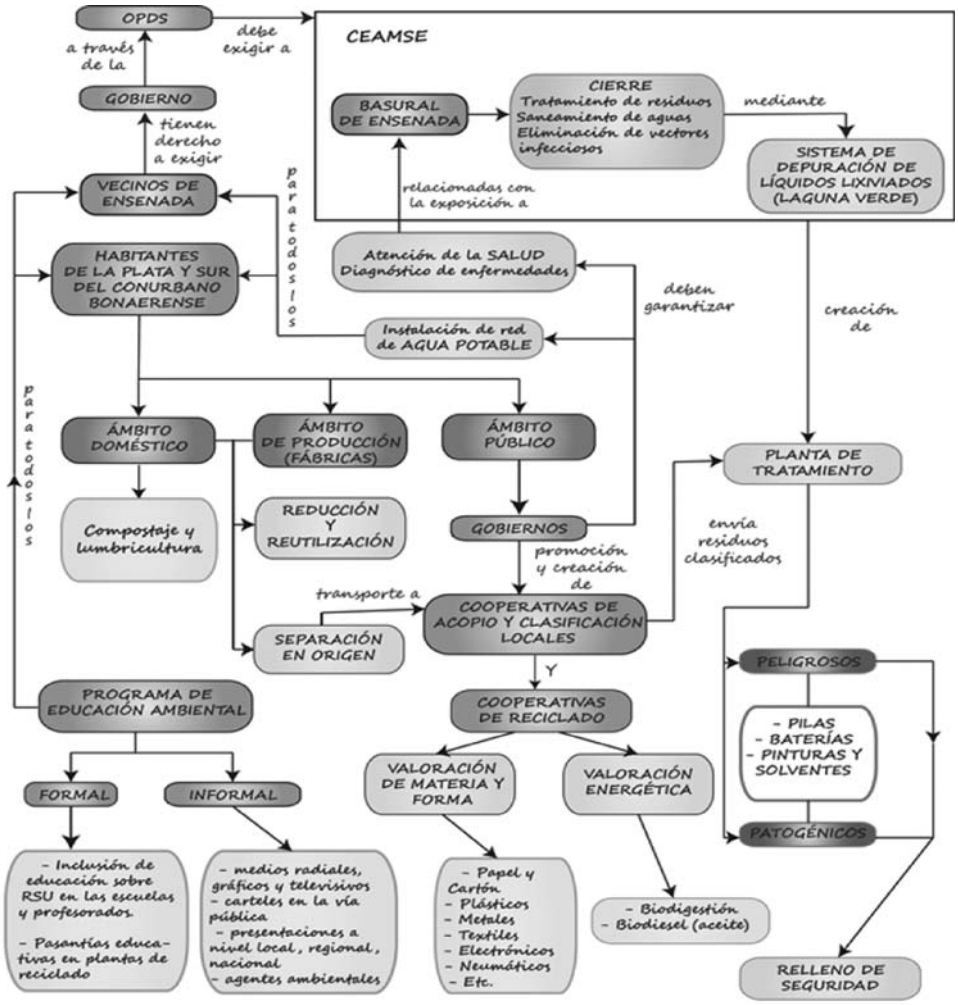


Figura 8. Situación 2 superadora, ampliada por el aporte de distintas fuentes de información.

<u>ACTIVIDAD 6</u>: Elección de una problemática ecosanitaria

Una vez concluida la Actividad 5, se pide a los/las estudiantes que mencionen problemáticas ecosanitarias del barrio (de esta forma, no se restringe el surgimiento de problemas a su interés, sino que se da lugar a una visualización de las problemáticas en sentido amplio, haciendo además que tomen conocimiento de problemáticas que pueden ser desconocidas para algunos/as).

- *¿Qué problemas ecosanitarios de su barrio conocen? Algunos de los posibles problemas que pueden surgir son:*

- "Las aguas contaminadas del arroyo".
- "El problema de las drogas".
- "La suciedad acumulada en las zanjas".
- "¿Traen enfermedades las ratas que andan por la basura?".

Es muy probable, que esta etapa no se limite únicamente al mero listado de problemáticas sino que, además, se comente la información que se tiene sobre la misma. Luego, se pasa a la elección de la problemática de interés por parte de los/as estudiantes. Así, se pedirá a los/las estudiantes que mencionen:

- *¿Qué problema les gustaría analizar?*

Finalmente, se divide la clase en grupos de temas, de acuerdo con el interés de los/as estudiantes, y se les asigna la investigación del tema escogido. El número de grupos y de temas varía según el número de estudiantes del curso. Se les recuerda que deberán utilizar los **Criterios de análisis de problemáticas** trabajados en las clases anteriores, y distintas fuentes de información.

ACTIVIDAD 7: Búsqueda de información en distintas fuentes

Dado que algunas veces los/as estudiantes no tienen un manejo apropiado de cómo llevar adelante una búsqueda en Internet, partimos de una discusión inicial en torno a la pregunta:

- *¿Cómo creen que se encuentra información en Internet?*

A partir de cada respuesta se repregunta sobre aspectos elementales del uso de Internet, como ser:

¿*Qué es un sitio de Internet? ¿Cómo se ingresa? ¿Qué es un navegador?¿Cuáles son las direcciones de los diarios más populares? ¿En qué otras fuentes podríamos encontrar información que nos sea útil?*

A medida que surgen los comentarios, se toma nota de ellos en el pizarrón. Durante el próximo período de clase (aproximadamente 40 minutos), se realiza un ejercicio de búsqueda, basado en la misma temática propuesta en la actividad 3 (residuos urbanos). Se orienta una búsqueda exploratoria a partir de distintas palabras clave, tomando nota del número de resultados y tipo de información que arroja cada combinación, que sirve para completar la siguiente tabla (por ejemplo):

Palabra clave	Cantidad de Resultados	Fuentes que encuentra y tipo de material (diarios, páginas oficiales, páginas de ONG, texto, imagen, video)
Residuos		
Residuos barrio X		
Leyes residuos		

- *¿Qué otras palabras o combinaciones se les ocurren? ¿Qué tipo de fuentes esperan que aparezcan mayormente con esas palabras?*

A continuación se les entrega una tabla como la anterior, pero vacía, y se les pide que confeccionen una lista con las palabras clave que consideran relevantes en relación con su problemática y que ensayen la búsqueda. Si el cuadro inspirara preguntas más específicas sobre la problemática, éstas podrían anotarse de manera que sirvan de guía para llevar adelante la indagación sobre el tema.

ACTIVIDAD 8: Planteo de la Situación inicial (1) y de posibles situaciones esperadas (2)

Se pide a cada grupo que a partir de la información encontrada construyan el cuadro de Situación existencial 1 de la problemática elegida. Para finalizar esta actividad, se pide que cada grupo presente la problemática al resto del curso, proponiendo además posibles situaciones esperadas.

4.3 TERCERA ETAPA DEL TRABAJO POR PROYECTOS: EVALUACIÓN.

Como evaluación del trabajo, se solicita que comuniquen la información obtenida en algún formato que decida cada grupo: por ejemplo un *blog*, un tríptico, una exposición en otra escuela (donde comentarán qué aprendieron, qué experiencias tuvieron, etcétera).

Se tienen en cuenta los siguientes parámetros para evaluar la comunicación final, otorgando igual peso a cada criterio (los criterios de evaluación son comunicados previamente):

- Calidad de la investigación. Se evaluará:
- Ajuste al esquema RIV de investigación.
- Variedad de las fuentes de información utilizadas (legal, periodística, científica, testimonial, etc.).
- Claridad expositiva, es decir, cuán adecuada es la transmisión que se hace de la investigación, al nivel de interlocutor al que se presenta (niños, otros estudiantes, vecinos en general, etc.)

- Organización de la información presentada.
- Participación de los integrantes del grupo. Se evaluará positivamente la participación del mayor número de integrantes en el acto comunicativo.

Además de la evaluación por parte de los docentes, se propone a los/as estudiantes que realicen una autoevaluación; para ello se les entrega una guía que pretende indagar qué criterios utilizarían ellos para evaluar su trabajo. A estos fines se presenta a los estudiantes el siguiente cuestionario impreso para ser respondido individualmente:

• *Teniendo en cuenta todo el recorrido del proyecto ""Ecosalud y problemáticas barriales" (actividades, búsqueda de información, elección y análisis de problemáticas ecosanitarias en el barrio, trabajos finales de comunicación):*

- ¿Qué te parecieron las actividades?
- ¿Qué fue lo mejor del trabajo?
- ¿Qué fue lo peor del trabajo?
- ¿Qué modificarías y cómo lo harías?
- ¿Hay algo que sientas que no comprendiste o que te ha costado mucho comprender?
- ¿Qué nota te pondrías? Comenta qué criterios utilizaste para ponerte la nota (por ejemplo, calidad de la comunicación final, grado de participación en las clases, etc.).

De esta forma, se evalúa el proceso seguido por los/as estudiantes, los resultados esperados en función de los objetivos propuestos (producto) y la propia metodología de trabajo, mediante un proyecto de análisis de una situación ecosanitaria real.

5. Implicaciones para la práctica docente

Concordamos con Dualde (2008), cuando menciona que la tarea docente no se reduce a enseñar contenidos, como una regla técnica o un mecanismo rígido y exacto, sino que el desafío radica en enseñar y aprender a pensar correctamente. Se trata de comenzar a cimentar, a partir de pilares o ejes, donde se puedan atar cabos y tejer entramados conceptuales que habiliten la posibilidad de pensamientos provenientes de la praxis. El autor señala –siguiendo a Freire– que el conocimiento no se transmite, sino que se construye o produce, y que tanto educando como educador deben percibirse y asumirse como sujetos activos en este proceso constructivo. Así, se vuelve necesario resignificar la concepción de

conocimiento, entendiéndolo como una construcción que es posible a partir de un diálogo en el cual es imprescindible el reconocimiento de los saberes de los educandos. Este reconocimiento no implica quedarse en aquellos saberes que sólo justifican la reproducción del sistema injusto y desigual, sino que habilita la partida desde ellos, para la superación de las situaciones límites; para poder pensarlas como "inéditos viables" (Freire, 1970). Esto no significa romper con el sentido común, sino partir, echarse a andar, desde la curiosidad ingenua, y en el mismo proceso de caminar en el mundo, avanzar hacia una curiosidad crítica.

En el mismo sentido, Gadotti (2003) realiza un planteo importante al reconocer en la autonomía la posibilidad de la inserción en la comunidad y la condición para alcanzar la emancipación social. Para ello, la pedagogía de la participación es vital y brinda la posibilidad para que los proyectos educativos sean efectivamente democráticos y constructores de ciudadanía.

En el trabajo que presentamos en este capítulo podemos reconocer algunas de las características deseables mencionadas por Perrenoud (2008) cuando describe la estrategia de proyectos:

Es un emprendimiento colectivo dirigido por el grupo clase (el profesor/a construye el interés, pero no decide).

Hay permanentemente una retroalimentación de la propuesta docente con los intereses, saberes e información que aportan los y las estudiantes.

Se orienta hacia una producción concreta (en sentido amplio).

En este caso, se trata de involucrarse en el análisis de una situación ecosanitaria que afecta a la localidad en la que viven los y las estudiantes, de manera de hacerla visible, como primer paso para su "desnaturalización".

Genera un conjunto de tareas en las cuales todos los/las estudiantes pueden implicarse y jugar un rol activo, que puede variar en función de sus medios e intereses.

Se trata de involucrar a los y las estudiantes de manera que ellos/as mismos/as sean capaces de orientar la búsqueda y sistematización de la información que sea un aporte para pensar posibles vías de solución a la problemática que se analiza.

Promueve aprendizajes de saberes y de un saber hacer en la práctica.

En este sentido las actividades propuestas involucran un conjunto de procedimientos que, en algunos casos se tratará de favorecer y, en otros casos, de aprender, como por ejemplo:

- Demostrar la comprensión de textos.
- Utilizar información para explicar situaciones complejas.
- Formular y comunicar reflexiones.
- Justificar o argumentar.
- Formular preguntas.
- Organizar información.
- Identificar cuestiones.
- Tomar decisiones.
- Formular conclusiones.
- Interpretar información de distintas fuentes.
- Resumir información y determinar cuándo es redundante.
- Relacionar la información nueva con la conocida.
- Consensuar criterios y determinar cuáles son los disensos.

6. Proyecciones y conclusiones

Para el educador Paulo Freire, tanto el proceso educativo –de concientización– como su resultado –la conciencia crítica– son entendidos como los primeros pasos en el camino hacia la transformación social, realizada de manera colectiva. Por otra parte, Schugurensky (2002), en su trabajo "La contribución de Freire a la educación: una perspectiva histórica", señala que el educador John Dewey (1859-1952) propuso poner al niño en el centro del proceso pedagógico; al mismo tiempo comenta que su contribución original fue plantear que la escuela debería jugar un papel político central, como instrumento básico para el cambio social. En este sentido, la educación tradicional, basada en la transmisión de información, debería ser reemplazada por una educación que promueva la curiosidad y que esté basada en la reconstrucción y reorganización de experiencias de aprendizaje relevantes para los sujetos. Así, las escuelas deberían convertirse en pequeñas comunidades democráticas, generando embriones que eventualmente contribuirían a democratizar la vida comunitaria y social.

En consonancia con esta perspectiva –teniendo en cuenta, además, que John Dewey es considerado el precursor de la pedagogía por proyectos (como mencionamos en el capítulo 1 de este mismo libro)–, podemos afirmar que los propósitos que se espera alcanzar mediante la estrategia de trabajo por proyecto, no pueden ser pensados si no es a la luz de una propuesta de intervención docente innovadora, en la que el aula sea ocupada por la actividad de los y las

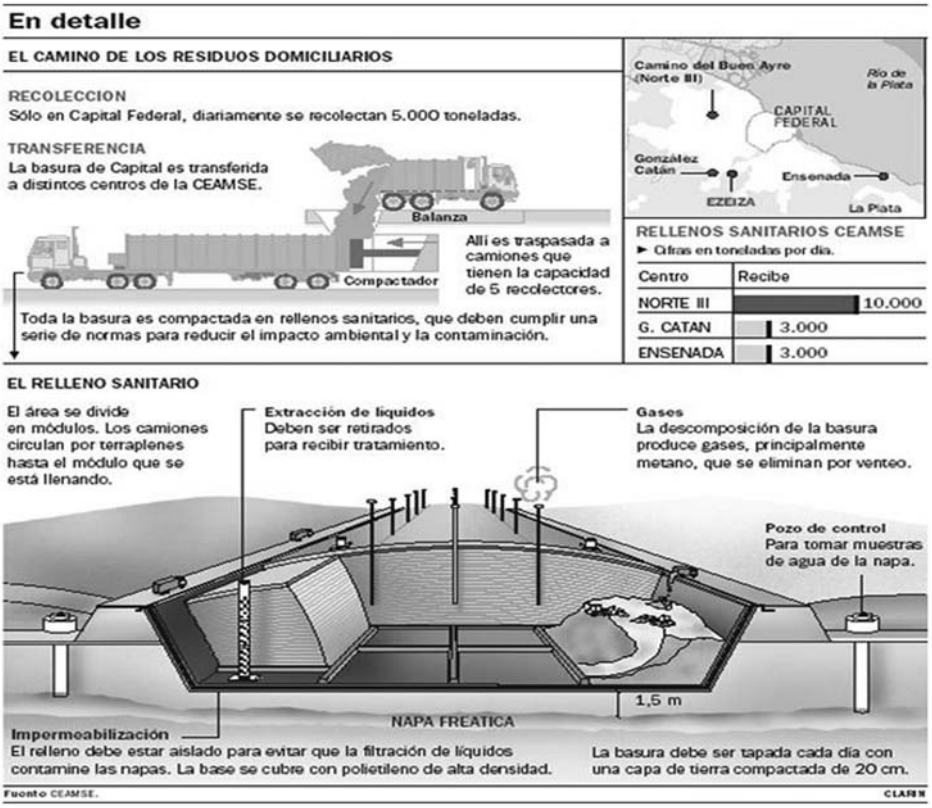
estudiantes, con un profesorado que planifique de manera flexible y sea capaz de retroalimentar sus intervenciones con las acciones que vayan surgiendo de la propuesta. Se trata de pensar en nuevas formas de innovación de las prácticas docentes.

Paulo Freire amplió la concepción de Dewey de la educación como reorganización de experiencias de aprendizaje, proponiendo que la praxis (entendida como acción y reflexión sobre el mundo para transformarlo) tenga una clara lógica orientada al análisis de estructuras sociales injustas y a fortalecer organizaciones que posibiliten su radical transformación. En Freire, el diálogo como forma de relacionamiento y como método (analítico, pedagógico, y de investigación) se complementa con dinámicas generadoras de conciencia crítica y prácticas solidarias, democráticas y colectivas de cambio social (Schugurensky, op. cit.).

De esta forma, podemos concluir que el proyecto que presentamos en este capítulo ilustra la confluencia de las propuestas de trabajo por proyectos de Dewey y otros autores, y la pedagogía crítica de Paulo Freire; confluencia que se da en el movimiento denominado Nueva Escuela, que, según López (2010), se constituye en torno a una crítica a la escuela tradicional y propone un alumnado activo, que pueda trabajar dentro del aula sus propios intereses.

Anexo

1. El Camino de los Residuos Domiciliarios



Fuente: Diario Clarín, 2006/02/01, versión digital.

2. *Noticia:* Planta de Separación de Residuos en Buenos Aires

INAUGURAN LA PRIMERA PLANTA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN LA CIUDAD
Cartoneros con un sueño cumplido

El lunes se inaugura en el Bajo Flores la primera planta de clasificación y acopio de materiales para reciclar. Fue instalada por el gobierno porteño y será gestionada por una cooperativa de cartoneros. El objetivo es reducir la generación de basura, en el marco de la Ley de Basura Cero.
A partir del lunes, la ciudad de Buenos Aires tendrá en funcionamiento su primera planta de separación de residuos. Estará ubicada en un predio público en el Bajo Flores y será gestionada por una cooperativa de cartoneros. Hasta allí llegarán, todos los días, los camiones con bolsas de basura ya separada en origen, en grandes edificios de la ciudad y en oficinas públicas. Y los recuperadores los clasificarán para luego acopiarlos y venderlos

para el reciclado. La planta tiene capacidad para procesar diariamente 100 toneladas de residuos, de las 4200 que se generan todos los días en la ciudad. Esas 100 toneladas no serán enterradas en los rellenos sanitarios del Gran Buenos Aires: serán aptas para reconvertirse en nuevos materiales mediante el reciclado. "Es el primer paso efectivo hacia el modelo de tratamiento de residuos que establece la Ley de Basura Cero", dijo el jefe de Gobierno, Jorge Telerman. En efecto, se trata de la primera planta sobre un total de cinco que deben construirse en la ciudad en un plazo de dos años.

Fuente: www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-66187-2006-04-28.html

3. *Noticia:* Problema maedioambiental por relleno sanitario

RECIBE 15 MIL TONELADAS DE RESIDUOS A DIARIO
Preocupa a los vecinos el avance del basural del CEAMSE.
Por María Belén Etchenique. 14/02/2012

Son de Don Torcuato y Pacheco. Aseguran que los olores son cada vez más persistentes e intensos y temen por la contaminación de las napas y por los efectos en la salud de las personas. "El predio creció hasta estar a mil metros del centro de Don Torcuato", dijeron. La basura se amontona sobre el relleno sanitario CEAMSE Norte III en Campo de Mayo. Los desperdicios crujen y se enciman para aumentar la montaña de residuos. A diario, las entrañas del relleno sanitario se nutren de los desechos de 28 municipios, entre ellos, Tigre, San Isidro, Vicente López, San Martín y San Fernando, y el basural avanza. Preocupados por su extensión y por posibles efectos negativos en la salud de las personas, vecinos de Don Torcuato y de Pacheco comenzaron a reunirse y movilizarse.

Fuente: http://tigre.clarin.com/ciudad/CEAMSE-Don_Torcuato-Pacheco_0_646135381.html

4. La Ley de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios (LRD)
Ley Nº 25.916, sancionada en 2004.

La LRD define a los residuos domiciliarios mediante un concepto amplio, abarcativo de todo elemento, objeto o sustancia generado como consecuencia del consumo o el desarrollo de actividades humanas, y cuyo destino sea el desecho o abandono, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional.

Uno de los aportes fundamentales de la LRD ha sido plantear entre sus objetivos los siguientes:

1. Promover la valorización de los residuos.
2. Minimizar la cantidad que es derivada a disposición final.
3. Reducir los impactos negativos que éstos producen al ambiente.

Fuente:
http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/ObservaRSU/file/Modulo%20I%20-%20unidad%203.pdf

Referencias bibliográficas

Anijovich, R. (2006). Las consignas de trabajo: criterios para su elaboración. Curso "*Materiales didácticos: selección y producción*". FLACSO Argentina.

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). Capítulo 6. Los proyectos de trabajo. En: *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique.

Berkes, F. y Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability". In: Berkes, F. y Folke, C. (Eds.). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience* (pp. 1-26). Cambridge: Cambridge University Press.

Bixio, C. (1996). *Cómo construir Proyectos en la EGB. Los Proyectos de aula. Qué. Cuándo. Cómo*. Rosario: Ediciones Homo Sapiens.

Bonet, M; Yassi, A.; Más, P.; Fernández, N.; Spiegel, J. y Concepción, M. (2001). *Action research in Central Havana: The Cayo Hueso Project*. 129 Reunión Anual de la American Public Health Association. Atlanta, USA.

Charrón, D. F. (2014). Capítulo 1. Ecosalud. Orígenes y enfoque. En: Charrón, D. (edit.).*La investigación de ecosalud en la práctica.*Madrid: Plaza y Valdés. En: http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/52696/1/IDL-52696.pdf

Duhalde, M. Á. (2008). Pedagogía crítica y formación docente**.** En: Gadotti, M., Gómez, M., Mafra, J., Fernandes de Alencar, A. (comp.). *Paulo Freire. Contribuciones para la pedagogía.* Buenos Aires: CLACSO. En: http:// bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/freire/20Duhal.pdf

Fabre, M. y Orange, C. (1997). Construcción de problemas y superación de obstáculos. *Aster* 22: 37-57.

Freire, Paulo. (1970). *Pedagogía del oprimido*. 3ª edición, 4ª reimpresión, 2012. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

Forget, G. y Lebel, J. (2001). An ecosystem approach to Human Health. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 7 (2), S3-38.

Gadotti, M. (2003). Producción y transmisión del conocimiento en Freire. En: Godotti, M.; Gómez, M. y Freire, L. (comps.) *Lecciones de Paulo Freire. Cruzando fronteras: experiencias que se completan.* Buenos Aires: CLACSO. En: http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/formacion-virtual/20100720083511/gomez.pdf

Jiménez, M. P. (2003). Capítulo 1. El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En: *Enseñar ciencias*. Barcelona: Grao.

Kohen, M. y Meinardi, E. (2011). Bachilleratos populares en Argentina: aportes de un proyecto político pedagógico innovador a la formación docente. *Revista Educyt* 3:77-83. En: http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/1844

Lebel, J. (2005). *Salud. Un enfoque ecosistémico*. Bogotá: Alfaomega Colombiana.

López, G. (2010). Apuntes sobre la pedagogía crítica: su emergencia, desarrollo y rol en la posmodernidad. *Edición electrónica gratuita*. Disponible en: http://www.eumed.net/libros-gratis/2011c/989/indice.htm

Meinardi, E. (2010). Capítulo 4. ¿Cómo enseñar? En: *Educar en ciencias*. Buenos Aires: Paidós.

Rodríguez, M. H. (2014). Prólogo. En: Charrón, D. (edit.). *La investigación de ecosalud en la práctica*. Madrid: Plaza y Valdés. En: http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/52696/1/IDL-52696.pdf

Perrenoud, Ph. (2001). Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿Por qué? ¿Cómo? *Revista de Tecnología Educativa*XIV, N° 3.

Sanmartí, N. (2000). Cap. 10. El diseño de unidades didácticas. En: Perales Palacios, J. y Cañal de León, P. (dir.).*Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.

Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad*. Buenos Aires: Paidós.

Schugurensky, D. (2002). La contribución de Freire a la educación: una perspectiva histórica. *Uni-pluri/versidad* 2(1):10-11. En: http://legacy.oise.utoronto.ca/research/edu20/documents/Rousseau-Dewey-Freire.pdf

Capítulo 7

LA MILPA COMO PROYECTO DIDÁCTICO

Desde el punto de vista del niño y la niña el mayor desperdicio en la escuela viene de su imposibilidad de utilizar la experiencia que tiene de afuera… mientras que por otro lado, le es imposible aplicar en la vida diaria lo que está aprendiendo en la escuela.
Eso es el aislamiento de la escuela –su aislamiento de la vida.
John Dewey, 1916

Alejandra García Franco

Contenido

Resumen
1. Introducción
- *La educación indígena y la educación basada en la comunidad*
- *El conocimiento tradicional y el conocimiento científico*

2. ¿Por qué la milpa?
3. Contexto
4. Desarrollo
- *El proyecto didáctico*
- *Qué hay en la milpa*

5. Implicaciones para la práctica docente
6. Proyecciones y conclusiones
Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo, se presenta un proyecto que puede desarrollarse en la escuela primaria y que tiene como objetivo principal reconocer y valorar el conocimiento que tienen los/as niños/as y maestros/as que viven en el campo y siembran la milpa; y utilizar este conocimiento como la base para desarrollar habilidades comunicativas, científicas, y matemáticas.

Este material es un apoyo para los y las docentes de primaria, en escuelas indígenas y rurales, que buscan llevar a cabo una educación más relacionada con el contexto específico en que se encuentran, y más pertinente para los estudiantes a los que atienden. Se busca también reconocer elementos de la cultura, que son fundamentales para el desarrollo y transmisión de este conocimiento.

En este proyecto se busca que los/as estudiantes produzcan un libro, de manera que recuperen sus conocimientos y los de su comunidad, respecto de un aspecto muy relevante en las comunidades indígenas: la siembra de la milpa. Escribir un libro sobre la milpa permitirá que los estudiantes desarrollen habilidades relacionadas con la investigación –entre otras–, lo cual es fundamental en su formación porque implica la valoración del saber propio y comunitario.

1. Introducción

El maíz fue domesticado en Mesoamérica alrededor de ocho mil años antes de nuestra era. Su cultivo y diversificación se desarrollaron en todo el territorio, bajo el sistema de milpa, esto es, asociado siempre a otras plantas, particularmente frijol y calabaza. De acuerdo con Carrillo Trueba (2010): “Esta forma de cultivo, fue un factor fundamental en la conformación de la manera de ver el mundo en Mesoamérica, en la forma de relacionarse dentro de las comunidades y de los distintos pueblos y entre éstos”. Actualmente se reconoce el sistema milpa como una estrategia para la conservación de la biodiversidad y mantener la seguridad alimentaria de los campesinos de esta región (Álvarez, Carreón y San Vicente 2011).

Es importante resaltar que, desde nuestro punto de vista, la función de la educación en ciencias es desarrollar las capacidades de los estudiantes para participar responsablemente en sus vidas cotidianas, que cada vez están más relacionadas con la ciencia y la tecnología. Es por ello necesario reconocer que la ciencia es una cultura y la actividad científica es una tarea humana que se lleva a cabo en una sociedad específica por diversas comunidades de científicos.

En la escuela se trata, entonces, de formar ‘comunidades de práctica’, en las que los/as estudiantes tienen un papel importante que jugar, dado que el conocimiento robusto y la comprensión se construyen socialmente a través de

conversaciones, interacciones y actividades, alrededor de problemas relevantes comunes y utilizando herramientas diversas.

1.1 LA EDUCACIÓN INDÍGENA Y LA EDUCACIÓN BASADA EN LA COMUNIDAD

En México habitan un poco más de siete millones de indígenas hablantes de una de las 62 lenguas en sus 365 variantes. El reconocimiento de esta diversidad en el sistema educativo es relativamente reciente, ya que durante el Siglo XX se trató de imponer un modelo único de nación basado en la idea de una sola lengua y una sola cultura para todos los mexicanos. Esta política profundizó las desigualdades, y en la educación implicó un proceso de castellanización compulsiva (CGEIB, 2004). No es sino hasta la última década del Siglo XX cuando se reconoce la diversidad lingüística y cultural de México como un valor y se impulsan políticas que promueven la educación intercultural y bilingüe.

Este reconocimiento va de la mano de iniciativas internacionales, como el pronunciamiento latinoamericano presentado en el Foro Mundial sobre la Educación celebrado en Dakar en el año 2000, de acuerdo con el que "calidad educativa implica reconocer la necesidad de diversificar la oferta educativa a fin de asegurar no sólo el respeto sino el fortalecimiento de las diferentes culturas". Así mismo, la UNESCO (1996) reconoce que toda comunidad lingüística tiene derecho a una educación que permita a sus miembros adquirir un conocimiento profundo de su patrimonio cultural, así como el máximo dominio posible de cualquier otra cultura que deseen conocer.

En México, la Secretaría de Educación Pública reconoce que la atención a la diversidad y a la interculturalidad se debería traducir en propuestas prácticas de trabajo en el aula, sugerencias de temas y enfoques metodológicos. Sin embargo, la disponibilidad de materiales que consideren el conocimiento indígena/tradicional es muy escasa, y la forma en la que éste se incorpora a los planes de estudio es generalmente de manera folclórica, dando algún énfasis o contextualizando los temas, sin reconocer su valor o aportación al conocimiento científico.

En este proyecto consideramos el enfoque de *Educación basada en la comunidad* (Smith y Gruenewald, 2007), que se sustenta en el proceso de usar la comunidad y el ambiente local como un punto de partida para aprender sobre lengua, artes, matemáticas, civismo, geografía, ciencias sociales, ciencias naturales, y otras áreas del currículo. Este enfoque promueve la realización de experiencias de aprendizaje reales, activas, que permitan desarrollar lazos más fuertes con su comunidad, favorezcan la apreciación de los estudiantes por el mundo natural y promuevan el compromiso para servir como ciudadanos. Se trata de aprovechar pedagógicamente las actividades sociales, productivas, rituales y recreativas que se realizan en la comunidad.

En este enfoque se busca promover que el/la estudiante desarrolle una relación con su territorio y su comunidad de manera que esté más dispuesto a invertir su inteligencia y su energía en esfuerzos que restauren y preserven lo que es necesario para mantener su forma de vida. En este sentido, se trata de crear escuelas que reflejen los valores de las personas y promuevan la supervivencia de la cultura indígena en la que se desarrollan.

La educación basada en la comunidad considera a los individuos como sujetos de conocimiento, y a la comunidad y al territorio como espacios de conocimiento. Los y las docentes, al realizar este proyecto, dejan de pensar en la comunidad como vacía de conocimiento, para pensarla como el espacio donde se lleva a cabo el aprendizaje mutuo. Se pretende que los sujetos (estudiantes y docentes) se reconozcan como herederos y productores de saberes necesarios para recrear la vida y la historia local (Fig. 1); también intenta abordar otra perspectiva respecto de los/as estudiantes indígenas y reconocer su conocimiento como algo valioso para la escuela, dejando de lado el enfoque deficitario, que normalmente acompaña a la educación indígena.

Figura 1. La realización de proyectos basados en la comunidad permite reconocer a la comunidad y al territorio como espacios de conocimiento, y a los sujetos, como sujetos de conocimiento.

Geertz (1973) afirmaba que nadie vive en el mundo en general. Nuestra experiencia cultural está situada en la geografía de nuestras vidas cotidianas y en la ecología de las relaciones diversas que se llevan a cabo dentro y entre los lugares. Los/as niños/as en escuelas rurales tienden a sentir que las cosas importantes están pasando siempre en otros lugares (urbanos), y a otras personas, no a ellos/as. Por ello, la realización de actividades escolares que parten de su conocimiento y de los espacios en los que habitan es fundamental para la apropiación del conocimiento escolar y para el reconocimiento y valoración del conocimiento propio.

1.2 EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

El conocimiento tradicional y el conocimiento indígena han sido dejados fuera de las aulas escolares, en donde el único conocimiento reconocido como valioso es el conocimiento escolar (o científico). Estas prácticas cotidianas representan un conflicto para los miembros de pueblos indígenas, pues la propia escuela los ha hecho sentirse ignorantes, analfabetos y carentes de cultura (Maldonado, 2000). Es por ello fundamental plantear la necesidad de una educación pertinente, que

permita el fortalecimiento de los pueblos indígenas y promueva el desarrollo de los/as estudiantes y el acceso al conocimiento científico y tecnológico, sin que ello implique renegar de la cultura propia (McKinley, 2007).

En la interacción entre el conocimiento tradicional y el conocimiento científico en la escuela ha predominado un enfoque cientificista, de acuerdo con el cual la ciencia tiene un poder epistémico superior. Sin embargo, cada vez es más evidente que los problemas de las comunidades y del mundo requieren la interacción de distintos sistemas de conocimiento. La posición del pluralismo epistemológico implica crear un espacio en el que puedan existir distintas epistemologías, con sus discursos correspondientes, sin que una de ellas sea demonizada o sojuzgada por la otra (Olivé, 2009).

La relevancia del conocimiento tradicional, como una fuente de saberes para enfrentar problemas como el cambio climático o la pérdida de la biodiversidad es cada vez más evidente (Oviedo y Maffi, 2000; Nakashima, 2010). Ya desde 2002, la conferencia mundial de ciencia (ICSU, por sus siglas en inglés) reconoció que "los sistemas de conocimiento tradicionales y locales como expresiones dinámicas de la percepción y comprensión del mundo pueden hacer, y han hecho históricamente, contribuciones valiosas a la ciencia y la tecnología, y es necesario preservar, proteger, investigar y promover esta herencia cultural y conocimiento empírico".

La escuela puede ser entonces un espacio en el que estos conocimientos locales se reconozcan y se valoren de forma que los propios docentes y estudiantes sepan que el saber de sus padres, madres y abuelos puede contribuir legítimamente a la solución de problemas científicos y tecnológicos. Si este saber es dejado fuera de la escuela, como ocurre cotidianamente, corre el riesgo de ser desvalorado, o tratado como 'costumbre', como algo que no puede legítimamente interactuar con el conocimiento escolar y científico.

Si, como mencionábamos en la introducción, lo que se pretende es que la educación en ciencias permita a los/as estudiantes prepararse para participar en la toma de decisiones de la comunidad y de forma individual, se debe introducir otras formas de entender la naturaleza y el mundo, distintas a la científica/ escolar en el discurso educativo. Involucrar el conocimiento científico occidental y el conocimiento tradicional en un diálogo el uno con el otro, garantiza para el segundo un nivel de respeto que no ha recibido tradicionalmente en la educación occidental. No se trata de que los/as estudiantes no aprendan los contenidos y los procedimientos de la ciencia, sino de que este aprendizaje no resulte en una aculturación (Aikenhead, 2001). Es fundamental, por ello, plantear este tipo de proyectos que permitan fortalecer la identidad cultural, al mismo tiempo que introducen los contenidos escolares.

La recuperación y sistematización del conocimiento local es una condición básica para el diálogo intercultural que permitirá enriquecer la comprensión que cada uno tiene del mundo; para establecer un diálogo intercultural se requiere reconocer y valorar lo propio, para después construir la interface entre culturas o sujetos que interactúan. En esta propuesta se pretende que, una vez que los/as estudiantes han generado un producto (libro) a partir de sus investigaciones, utilicen éstas como material que les permita desarrollar habilidades y construir los aprendizajes esperados en los programas de estudio, al mismo tiempo que contribuyan a fortalecer su identidad cultural y valorar el conocimiento que tienen ellos mismos y los miembros de la comunidad.

Mediante la realización de este proyecto se busca generar un espacio abierto y creativo donde las niñas y niños puedan aprender a plantearse preguntas y a generar respuestas en el diálogo con su propia comunidad, con su medio ambiente, y con otros pueblos y grupos sociales.

Esta propuesta es consistente con una educación intercultural, ya que el uso de los contextos locales y la integración del conocimiento local desde una epistemología pluralista, podría permitir el desarrollo de los/as estudiantes y su apropiación de los contenidos, como ha sucedido en otros países (Ignas, 2004; Smith y Gruenewald, 2007; Aikenhead, 2001).

Por otro lado, hacer un libro sobre la milpa permitirá a los/as estudiantes relacionarse con los miembros de su comunidad y generar una mayor interacción escuela - comunidad, rompiendo así con la separación que cotidianamente ha existido.

2. ¿Por qué la milpa?

La milpa no sólo es maíz, sino un sistema de policultivo donde se conjuga un rico acervo de conocimientos y tecnologías tradicionales (Linares y Bye, 2011). Además del maíz, el frijol y la calabaza, de acuerdo al lugar en el que se desarrolla, en la milpa se encuentran distintos tipos de chiles, quelites, plantas medicinales, árboles, hongos, etc. Se han identificado hasta 60 productos útiles en la milpa: alimento, rastrojo, medicina, materia prima para artesanía, etc. La variedad de productos obtenidos de la milpa proveen los nutrientes necesarios para una buena dieta.

Así, la milpa es un espacio rico de conocimiento: sobre la relación con la naturaleza; sobre la interacción entre plantas, animales y seres humanos; sobre las formas de trabajo en la comunidad; sobre la historia de la comunidad. Los docentes pueden encontrar muchas relaciones entre lo que ocurre en la milpa y los planes y programas de estudio, de forma que, cumpliendo con la dimensión normativa de la escuela (planes y programas), los niños y niñas tengan posibilidad de explorar

un contexto que les es más familiar, y que al mismo tiempo valore las actividades que se hacen en la comunidad lo que ayuda a reforzar su identidad cultural.

La domesticación del maíz y el desarrollo de la milpa como método de cultivo, han sido dos de los grandes aportes de la civilización mesoamericana al mundo. La diversidad del maíz es producto de un largo proceso de selección e intercambio de semillas (Kato, *et al.* 2009), y es importante que esto tenga espacio en la escuela, que los/as estudiantes de sociedades indígenas puedan reconocer el valor profundo que tienen los conocimientos de las comunidades a las que pertenecen. La milpa es una muestra muy importante de la agrodiversidad que a lo largo de milenios el ser humano ha desarrollado para sobrevivir, en México y en otros países de la región; y es una práctica esencial para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y parte del sustento de millones de personas en el planeta.

3. Contexto

Esta experiencia se llevó a cabo en la comunidad de Ojo de Agua, Municipio de Malinaltepec en la región de la Montaña Alta del Estado de Guerrero, en México. Los habitantes de esta comunidad son indígenas Me'phaa[7] y hablantes de esta lengua. Algunos/as de los/as docentes son también hablantes de Me'phaa, aunque muchas veces hablan una variante diferente a la de los/as estudiantes. La comunidad de Ojo de Agua tiene menos de 500 habitantes (Fig. 2).

El trabajo formó parte de uno más amplio, cuyo objetivo era documentar el conocimiento comunitario sobre la siembra tradicional de milpa (tlacolol[8]) y el tejido de sombreros de palma. Esta investigación era hecha por jóvenes indígenas, estudiantes de Licenciatura en Desarrollo Comunitario de la Universidad Pedagógica Nacional, en la Unidad de Tlapa Guerrero, y acompañada por un grupo de investigadores de distintas instituciones.[9]

Al documentar las prácticas y conocimientos sobre el tlacolol, fue evidente la enorme riqueza y diversidad de conocimientos de los miembros de las comunidades y cómo éstos son dejados fuera de la escuela, de modo que los/as docentes se concentran en los libros de texto y en los planes y programas de estudio que difícilmente consideran aquella sabiduría.

7 Se conocen también como tlapanecos, aunque ésta es la designación en náhuatl y tiene una connotación despectiva.

8 Así se nombra en náhuatl a la siembra tradicional de la milpa.

9 Compartiendo saberes. Conservación, desarrollo aprovechamiento social y protección de los conocimientos y recursos tradicionales en México. FONCICYT-95255

Se decidió, entonces, proponer a los/as docentes de la escuela primaria y secundaria de la comunidad realizar un trabajo para generar materiales que incorporaran el conocimiento tradicional/local y que les permitiría, a su vez, cumplir con los objetivos propuestos en sus planes de estudio.

Aceptaron participar 3 docentes de la escuela primaria y 3 de la escuela secundaria. Se realizó un taller durante tres días (9 horas), en el que los/as docentes exploraron los recursos locales como fuentes de conocimiento, así como aproximaciones a la enseñanza más consistentes con un enfoque constructivista y pertinentes para el contexto. Durante este tiempo se presentó a los/as docentes el enfoque general del trabajo por proyectos. Era la primera vez que estos profesores y profesoras participan en un proceso de formación docente de este tipo, y también la primera vez que indagaban en el propio patio escolar, pensando en los recursos disponibles para el aprendizaje. Fue muy importante, por ello, que los/as docentes participaran en este proceso, reconociendo a la propia comunidad como un espacio de conocimiento, y desarrollaran actividades como las que se proponía que realizaran sus alumnos: plantearse preguntas y generar formas de responderlas, siguiendo una aproximación de indagación.

Durante este taller se propuso a los/as docentes la realización del proyecto que aquí se presenta. Se definió que los profesores y profesoras de primaria trabajarían con la milpa y los de secundaria con las plantas medicinales de la comunidad. Las propuestas fueron desarrolladas por la autora y presentadas a los/as docentes en una sesión posterior en donde se recibió la retroalimentación que permitió mejorar el material.

Figura 2. Vista aérea de la comunidad de Ojo de Agua en el municipio de Malinaltepec.

4. Desarrollo

4.1 EL PROYECTO DIDÁCTICO

El libro de la milpa consiste en una serie de actividades de enseñanza interdisciplinarias en el que los/as estudiantes generan el material con que estará constituido y después lo utilizan para hacer actividades didácticas más breves, relacionadas de forma directa con los aprendizajes esperados estipulados en los planes y programas de estudio.

A continuación presentamos la planificación para la producción del libro de la milpa, para el primer ciclo de educación primaria (primero y segundo, 6 a 8 años de edad). La Tabla 1 muestra el tipo de actividades que formarían los primeros capítulos del libro.

Tabla 1. Planificación para el libro de la milpa del primer ciclo.

Capítulo	Actividades	Contenidos
1. La milpa.	¿Qué hay en la milpa?	Dibujo de la milpa.
	¿Hacemos un libro de la milpa?	
	¿Qué investigamos sobre la milpa?	Dibujo de la milpa, ampliado con su investigación. Dibujo colectivo sobre algunos aspectos de la milpa.
	Evaluación.	Respuestas sobre lo que los/as estudiantes aprendieron y les gustó.
2. La comida de la milpa.	Lo que comemos.	Lista de alimentos que provienen de la milpa.
	Nuestros alimentos y el plato del buen comer.	El plato del buen comer y los alimentos de la milpa.
	Las recetas de la milpa.	Recetas.
	Evaluación.	Frases de los/as estudiantes sobre los alimentos que se pueden encontrar en la milpa y lo que más les gusta comer.
3. Las milpas en mi comunidad.	Las parcelas en mi comunidad.	Reporte de la exposición del campesino, hecho en forma de notas informativas.
	El mapa de las parcelas.	Mapas que identifican el recorrido que se hizo para llegar a la milpa.
	MI comunidad en una hoja de papel.	Mapas en los que los/as estudiantes indican lo que más les gusta de su comunidad con frases ilustrativas.
	Evaluación.	Frases sobre lo que aprendieron sobre su comunidad y sobre hacer mapas.

4.2 ¿QUÉ HAY EN LA MILPA?

A manera de ejemplo, vamos a presentar algunas de las actividades del primer capítulo del libro de la milpa, que se compone de dibujos y reflexiones sobre qué hay en la milpa, qué se puede investigar, qué se utiliza como herramientas, etc.

El objetivo es que los/as estudiantes expliciten su propio conocimiento con respecto a la milpa, y que el/la profesor/a reconozca cuáles son sus intereses y saberes. Así, las actividades del/la docente en la primera actividad consisten en:

- Lanzar algunas preguntas para todos los estudiantes: ¿Todas sus familias tienen milpa?, ¿qué siembran en la milpa?, ¿qué hacen ustedes cuando van a la milpa?, ¿qué hace su papá?, ¿qué hace su mamá?, ¿van muy seguido a la milpa?, ¿qué es lo que más les gusta de la milpa?

- Pedirles que hagan un dibujo de una milpa (individual) e identificar y nombrar los elementos que representan en el dibujo, tanto en *me'phaa* como en español. Si los/as estudiantes aún no pueden escribir, pedirles que dibujen y expliquen qué representan; también puede ser que en los equipos algunos integrantes ayuden a otros a escribir nombres para los dibujos realizados.

- Formar equipos de cuatro estudiantes y compartir los dibujos. Pedir a los/as estudiantes que identifiquen elementos similares y diferentes en los dibujos y que los comenten con sus compañeros/as.

A continuación se presentan algunas representaciones de los/as estudiantes, que dan cuenta del conocimiento que tienen sobre los elementos necesarios para el cultivo de la milpa. Resalta en los dibujos de los/as estudiantes de segundo de Educación Primaria (Fig. 3) la diversidad de elementos que presentan: maíz, frijol, calabaza, flores, otros cultivos (como rábanos) y animales. Se destacan también las interacciones ambientales, puesto que reconocen al sol y al agua como elementos fundamentales, así como la relevancia de los seres humanos, al dibujar personas o una casa. Muchos de estos conocimientos son parte del programa de estudios de 'Exploración del Medio' (como se conoce a la asignatura de ciencias naturales en este nivel escolar) y pueden ser aprovechados por el docente para desarrollarlos de forma más significativa.

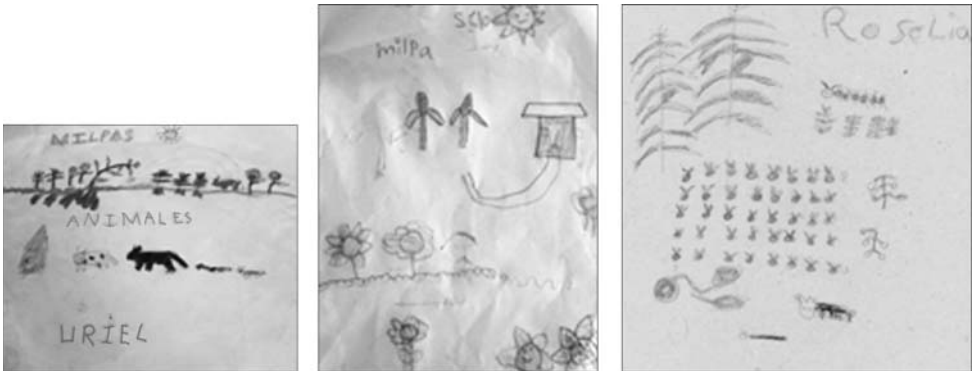


Figura 3. Dibujos generados como respuesta a la pregunta: "¿Qué hay en la milpa?" (Estudiantes de segundo de educación primaria).

Además del dibujo, los/as estudiantes escriben lo que encuentran en la milpa. Como puede verse en la Figura 4 , está muy clara la diversidad presente en la milpa.

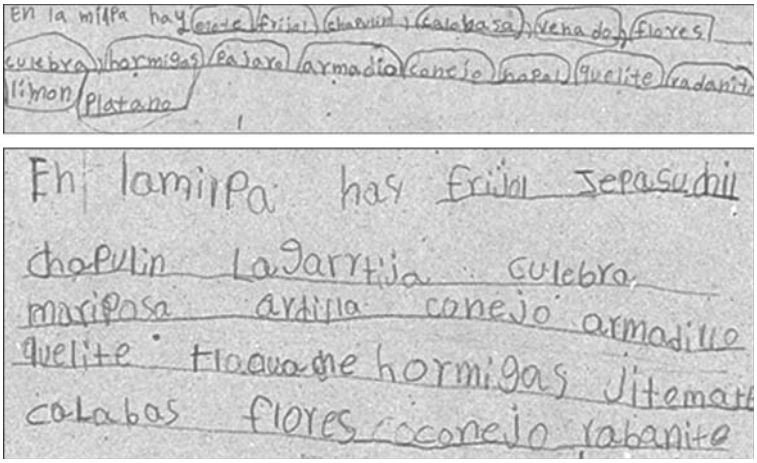


Figura 4. Listado sobre qué hay en la milpa.

Una vez hecha esta primera actividad, los/as estudiantes realizaron otras; por ejemplo, contaron el número de palabras que cada uno había escrito, después las sumaron para saber cuántas eran en total, entre todo el equipo; hicieron una clasificación de qué es lo que habían escrito (plantas, animales); escribieron frases con alguna de las palabras, por ejemplo: "El señor está cortando elote". Con estas frases los/as estudiantes pueden reconocer sujeto, verbo y predicado.

En el caso de los estudiantes de quinto de educación primaria, los dibujos fueron más completos (Fig. 5), y es posible también reconocer el conocimiento que tienen sobre las plantas que se cultivan en la milpa, así como los elementos que son necesarios para su desarrollo (agua y sol).

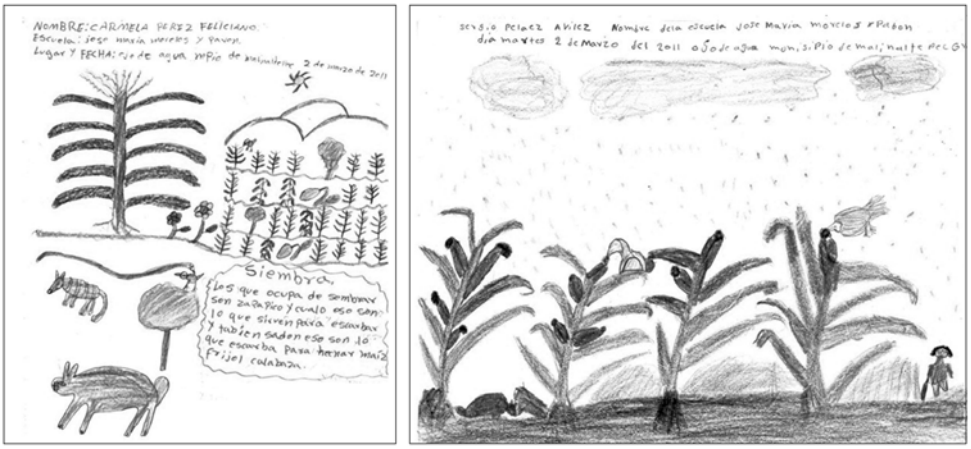


Figura 5. Dibujos de los/as estudiantes de 5° de educación primaria, como respuesta a la pregunta: "¿Qué hay en la milpa?"

Una vez que los/as estudiantes respondieron a esta primera pregunta, el/la docente les pidió hacer una descripción del proceso de cosecha en la milpa, puesto que esto permitiría abordar algunos contenidos de español y de historia (Fig. 6).

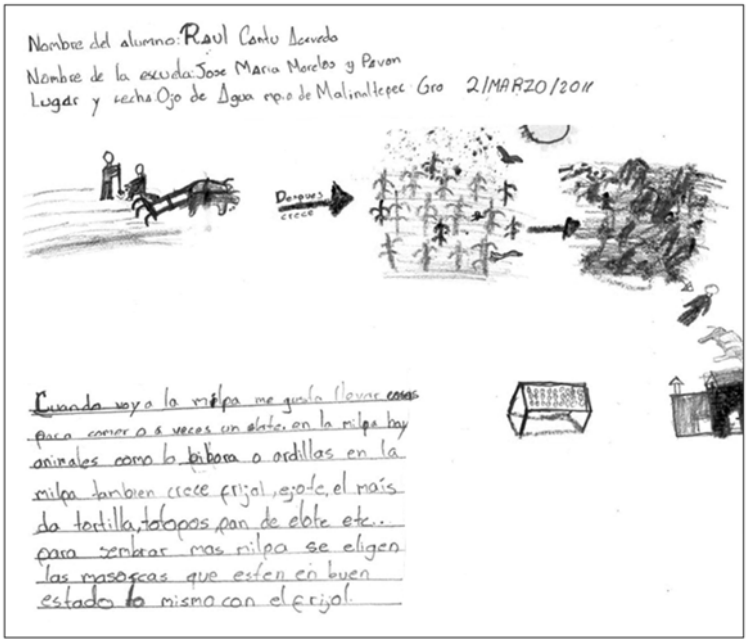


Figura 6. Dibujo que responde a la pregunta: "¿Cuál es el proceso para cosechar el maíz?".

Toda la información contenida en los capítulos, se utiliza después para el desarrollo de actividades posteriores (reconocer palabras y funciones gramaticales, escribir recetas, ubicar acontecimientos históricos, etc.), que permiten alcanzar los aprendizajes esperados de acuerdo con los programas de estudio.

La generación de un libro que después pueda utilizarse en otras actividades de aprendizaje, permite desarrollar conocimiento a partir de la información recogida, mediante la formulación de preguntas de investigación. Así mismo, puede promover la metacognición, la regulación y la autonomía al poner en manos del/la estudiante tanto la formulación de las preguntas como la posibilidad de buscar las respuestas.

Sobre todo, este proyecto permite desarrollar la capacidad de los/as estudiantes para reconocer el mundo que les rodea, a partir de sus propias observaciones y experiencias vivenciadas en el lugar donde viven, con base en la exploración, búsqueda y comunicación de información de sus componentes naturales y sociales, las características comunes de los seres vivos y su historia personal y familiar.

Con esta misma idea, se desarrollaron los dos capítulos siguientes. La realización de este proyecto permitió que los saberes de los/as estudiantes estuvieran en un lugar importante en el aula, y también acercó a algunos miembros de la comunidad a la escuela cuando, por ejemplo, el maestro invitó a uno de los padres de familia para que contara a los/as niños/as cómo eran las milpas de antes y qué hacían los/as niños/as en las milpas.

5. Implicaciones para la práctica docente

En el libro que se propone crear, se sugieren algunas actividades para ser realizadas con los/as estudiantes, sin embargo, es muy importante que la maestra o maestro, de ser necesario, modifiquen estas actividades de forma que se adapten a los intereses y capacidades de los/as niños/as, o bien, al tiempo calendárico (puesto que habrá momentos más propicios para hablar de determinadas actividades). En este proyecto didáctico se busca que los/as estudiantes interactúen con los miembros de su comunidad en la búsqueda y sistematización de información, por lo que es importante plantear una presentación con la comunidad en la que ellos tengan la oportunidad de compartir lo que han aprendido con sus padres, madres, y otros miembros de la colectividad.

Adicionalmente a lo que hemos presentado en este apartado, se puede crear otros capítulos, en donde se exploren distintos aspectos de la milpa y que se integren al libro en su conjunto. Esto permite mucha flexibilidad para que el maestro o maestra, junto con sus alumnas y alumnos decidan explorar distintos aspectos de su interés, con el doble objetivo de lograr los aprendizajes esperados y promover

la investigación sobre el conocimiento local. Sin embargo, es el/la docente quien junto con los/as estudiantes puede definir otros aspectos que se podría investigar alrededor de las plantas, los animales, las actividades, el calendario agronómico, los rituales, y cualquier otro tema de ese universo tan rico que se encuentra en la milpa y que por lo general pasa desapercibido para los libros de texto y para los planes y programas de estudio, que más bien están centrados en procesos urbanos y generales, y que hacen sentir a los/as niños/as de una comunidad que lo interesante siempre está pasando en otro lado.

También es posible hacer libros de 'otras actividades'.

Después de presentar este material a otros profesores/as que no participaron, algunos han decidido hacer el libro del café, o el libro de la caña, porque esa es la actividad prioritaria de la comunidad en la que habitan.

La facilidad con la que un proyecto como el que presentamos puede adaptarse a los distintos contextos y comunidades hace que sea un material pertinente para la educación intercultural.

Para los/as docentes, este proyecto puede resultar una oportunidad de revalorar el conocimiento local y comunicarlo a la comunidad. Los/as docentes con los que trabajamos identifican algunos de los problemas que se pueden producir al introducir el conocimiento local en la escuela, relacionados con las concepciones de los padres de familia:

- *Los padres de familia que creen que eso no es importante, los niños/as que creen que lo que sucede en lugares desarrollados es mejor o más interesante, por lo que prefieren historia universal que historia local.*

Por otro lado, reconocen que lo que normalmente se presenta en los libros de texto está muy alejado de sus conocimientos:

- *Los conceptos siempre están referidos a una zona urbana, siempre dicen relaciónalo con tu contexto, adáptalo, imagínate que tú estás en otro lugar; pues no es lo mismo. Lo que se maneja en los libros es de una forma muy diferente a como estamos viviendo.*

Los/as maestros/as indígenas necesitan encontrar formas a través de las que puedan relacionar los conceptos científicos/escolares con el conocimiento de los/as estudiantes. Es importante también que respeten y comprendan otras formas de conocer, que pueden estar presentes en las cosmovisiones de las comunidades en las que trabajan. Requieren aceptar la paradoja de las formas subjetivas y objetivas de conocer, que permitan establecer una relación dialógica viva con el mundo que nos es dado por nuestro conocimiento.

6. Proyecciones y conclusiones

Las prácticas cotidianas en las escuelas que se encuentran en comunidades indígenas han menospreciado continuamente el conocimiento local. El testimonio de una maestra:

- *De donde yo vengo, la escuela (secundaria) no permite que hablen el tlapaneco; les dicen, guarden su tlapanequito allá afuera, abajo de la piedra métanlo y ya cuando pasen a la escuela cero tlapaneco, dos puntos menos y ya cuando salgan de la escuela, recogen su tlapanequito. Ahí no permiten. Eso hace que se minimice la costumbre, la cultura del pueblo.*

Es por ello fundamental pensar en estrategias como la que se presentan en este capítulo, que permitan a los/as estudiantes y maestros/as reconocer la riqueza y valor de sus conocimientos, así como la relevancia de hablar su lengua materna.

La construcción de materiales educativos es una manera exitosa de mediación cultural con los/as docentes y la construcción colectiva es fundamental para la apropiación de dichos materiales.

En el trabajo con los/as docentes fue posible constatar transformaciones sobre la forma en la que ellos perciben el saber local, el saber de sus estudiantes y el propio. Encontraron formas de relacionar el conocimiento propio con el conocimiento escolar, lo cual es un primer paso para poder trabajar de forma exitosa por proyectos, tomando como centro el conocimiento de los/as estudiantes y haciendo del trabajo en la escuela un hecho significativo para sus vidas.

Pero además de que los/as estudiantes reconozcan su propio conocimiento, es necesario darles acceso a los discursos científicos sobre el mundo (ampliando el número de discursos que pueden comprender y aplicar) y estimular que sean críticos y reflexivos sobre el conocimiento en general. Comenzar por investigar sobre sus milpas y reconocer el valor que éstas tienen, así como las diferentes formas de estudiarlas, es un primer paso en esta dirección (El-Hani y Mortimer, 2007).

El futuro de la humanidad estará relacionado con el surgimiento de sociedades regionales, diversas, apoyadas por las posibilidades de las personas que habitan en ellas. A través de una educación científica respetuosa de la pluralidad cultural, los saberes de la ciencia y los saberes tradicionales pueden aprovecharse para que los individuos generen y se apropien del conocimiento que mejor convenga a sus fines (Valladares, 2010). El trabajo por proyectos como el que se ha presentado en este capítulo, permite poner en el centro del proceso de aprendizaje a los sujetos y su conocimiento, que es una condición indispensable para que éstos pongan en juego sus saberes y establezcan un diálogo con otros, de forma que, como parte de una comunidad, decidan qué prácticas desea transformar.

Así como la biodiversidad es crucial para la supervivencia en el mundo biológico, la diversidad cultural en la ciencia y la tecnología será crucial para el desarrollo sustentable, el empoderamiento de las comunidades, la paz, y la ética del Siglo XXI. Para construirlas, el trabajo por proyectos es un vehículo eficaz.

Referencias bibliográficas

Aikenhead, G. S. (2001). Integrating Western and Aboriginal Sciences: Cross-cultural science teaching. *Research in Science Education*, 31, 337-355.

Álvarez-Buylla, E.; Carreón, A. y San Vicente, A. (2011). En: http://www.semillasdevida.org.mx/pdfs/LIBRO_MILPA_WEB.pdf

Boege Schmidt, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México* México: INAH.

Carrillo Trueba, C. (2010). La milpa y la cosmovisión de los pueblos mesoamericanos. *La Jornada del Campo*. Suplemento del periódico La Jornada, No. 34.

Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe (CGEIB). (2004). *Políticas y fundamentos de la educación intercultural bilingüe en México*. México: SEP.

El-Hani, C. N., y Mortimer, E. F. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 657-702.

Ignas, V. (2004). Opening Doors to the Future: Applying Local Knowledge in Curriculum Development. *Canadian Journal of Native Education*, 28(1/2), 49-60.

Kato, T. A.; Mera, L. M.; Mapes, C., Serratos, A. y Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una propuesta analítica.* México: CONABIO.

Linares, E. y Bye, R. (2011). ¡La milpa no es sólo maíz! En: E. Álvarez-Buylla Roces, A. Carreón García y A. San Vicente Tello. *Haciendo milpa. La protección de las semillas y la agricultura campesina* (pp. 9-12). México: UNAM.

Maldonado, B. (2000). *Los indios en las aulas. Dinámica de dominación y resistencia en Oaxaca.* México: Centro INAH Oaxaca.

Mckinley, E. (2007). Postcolonialism, indigenous students and science education. En S. Abell, Sandra y N. Lederman. *International Handbook of Research in Science Education* (pp. 199-226). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Nakashima, D. (ed.) (2010). *Indigenous Knowledge in Global Policies and Practice for Education, Science and Culture* UNESCO: Paris.

Olivé, L. (2009). Por una auténtica interculturalidad basada en el pluralismo epistemológico. En E. Sader (ed.) *Pluralismo Epistemológico* (pp. 19 – 30) Bolivia: CLACSO.

Smith, G. y Gruenewald, D. (2007). *Place-Based Education in the Global Age: Local Diversity*. New York: Routledge.

UNESCO (1996). *Declaración universal de derechos lingüísticos preliminares*. Conferencia mundial de derechos lingüísticos. Barcelona, España, 6-9 de junio de 1996.

Valladares, L. (2010). La educación científica intercultural y el enfoque de las capacidades. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 6 (16), 1-28.

Capítulo 8

Indagar y modelizar el transporte celular a través de un proyecto de investigación

Una experiencia en Chile

Mario Quintanilla Gatica, Ricardo de la Fuente Olivares,
María Verónica Astroza Ibáñez,
Catalina Lorenzo Tapia, Carol Joglar Campos

Contenido

Resumen

1. Introducción
- *Consideraciones previas que sustentan esta experiencia de aula*
- *El lenguaje de la ciencia y la construcción de conocimiento científico*
- *Aprendizajes por proyectos de investigación escolar (APIE)*

2. Descripción del proyecto
- *Modelo de transporte en la célula vegetal*
- *Directrices teóricas del proyecto*

3. Contexto de implementación y desarrollo del proyecto

4. Contexto de desarrollo de la experiencia
- *Descripción y finalidades del proyecto*
- *Actividades de los/as estudiantes en el proyecto*
- *Modalidades y sentido de la evaluación de aprendizajes*

5. Implicaciones para la práctica docente y el aprendizaje de las ciencias

6. Proyecciones y conclusiones

Anexos

Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo se presenta una propuesta didáctica denominada ***En las plantas también hay transporte***. Esta experiencia práctica fue realizada con el fin de apoyar la enseñanza de la asignatura de Ciencias Naturales en estudiantes de 13 a 14 años de un centro educacional ubicado en Santiago, Chile. La experiencia tuvo como objetivo potenciar habilidades investigativas en el estudiantado, vinculadas con aprendizajes procedimentales y sociales. Esta actividad se realizó durante cuatro sesiones de trabajo con un total de 12 horas pedagógicas y se centró en la noción científica de transporte a través de la membrana celular y los distintos tejidos de algunas zonas de las plantas, de manera articulada con habilidades de investigación científica experimental. Participaron 160 estudiantes pertenecientes a 4 grupos curso, los cuales se distribuyeron en 26 grupos mixtos con afinidades comunes y desde un contexto coeducativo. El proyecto permitió avances en el desarrollo de la competencia científica desde una perspectiva conceptual, del componente actitudinal y de un enfoque del contexto ecosistémico en el laboratorio de ciencias naturales. Se consideró el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, rigurosidad y replicabilidad del trabajo científico, integradamente con la importancia del entorno natural y sus recursos, promoviendo la valoración y el interés por los aportes de los hombres y mujeres al conocimiento científico.

1. Introducción

1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS QUE SUSTENTAN ESTA EXPERIENCIA DE AULA

El continuo impacto del conocimiento científico y tecnológico en nuestras vidas ha sido de tal magnitud en las postrimerías del siglo XX y en los albores del siglo XXI que, de alguna manera, nos ha encontrado sumidos en una vorágine de controversias y conflictos de todo orden que han contribuido a una 'lectura del asombro', diríamos de manera acrítica. Esto, porque la mayor parte de los beneficios de la ciencia y de la tecnología están desigualmente distribuidos en la población mundial, lo que se traduce en inequidad e injusticia entre culturas y países, y, dentro de ellos, se conoce la existencia y permanencia de grupos excluidos del conocimiento científico, así como del uso de sus beneficios; exclusión por pertenencia a etnias, género, grupos sociales o cuya distribución geográfica, alejada de los grandes centros de desarrollo del conocimiento, contribuye a la escisión permanente entre eruditos y profanos. Nos parece que la ciencia y la tecnología deben responder no sólo a las necesidades de la sociedad, para posibilitar mejorar sistemáticamente las condiciones de vida de la mayoría de la población que vive en situaciones de pobreza extrema, sino que, además, los avances científico-tecnológicos deben ser de pleno acceso a los ciudadanos y ciudadanas, y para que esto sea posible deben conocerlos, comprenderlos y utilizarlos apropiadamente en un contexto determinado. En este sentido, la educación científica ocupa un lugar clave para

mejorar la calidad de vida y la participación ciudadana, responsable e informada, en las decisiones de la comunidad en su conjunto (Quintanilla, M. 2006).

La principal argumentación teórica que orienta este capítulo de 'indagar y modelizar el transporte en la membrana a través de un proyecto de investigación en la escuela" tiene que ver con la relevancia y complejidad de los procesos de comunicación y del uso del lenguaje, como principal instrumento-estrategia para la enseñanza y modelización de la ciencia escolar o de la ciencia 'en la escuela'. De este modo, su propósito es contribuir a que el/la profesor/a de ciencias naturales, disponga de nuevos elementos teóricos y prácticos para fundamentar una posición epistemológica frente al conocimiento que se elabora en el aula y que se transmite de manera 'hablada o escrita', como parte de la actividad científica escolar, en este caso un proyecto de investigación.

1.2 EL LENGUAJE DE LA CIENCIA Y LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

En la actualidad, muchas escuelas e investigadores situados en las disciplinas de carácter metacientífico –como la epistemología, la historia de la ciencia y la didáctica de las ciencias naturales– conciben la ciencia como una actividad humana de producción, evaluación, aplicación y difusión de saberes eruditos, inmersa en un contexto histórico, social y cultural que le da sentido a la llamada actividad científica, precisando las finalidades de intervención que se persiguen y los valores que se sostienen o están en juego, en las comunidades e instituciones científicas, cuyas acciones están determinadas por múltiples factores y procesos. Por lo cual, según Izquierdo (2001) las ciencias naturales pueden caracterizarse a lo menos por cuatro dimensiones principales: Su objetivo esencial (¿Por qué queremos conocer, describir e interpretar el mundo?); su metodología (¿Cómo se relacionan los diferentes experimentos y las teorías entre sí?); su racionalidad (¿Cómo y por qué cambian las teorías a lo largo de la historia humana?) y la naturaleza de las representaciones científicas (¿Nos dicen algo las ciencias sobre el mundo real?). A partir de la consolidación de estas dimensiones en los distintos enfoques curriculares, acerca de y sobre la enseñanza de las ciencias, lo más esencial sería, entonces, enseñar al estudiantado a pensar sobre las situaciones diversas en las que interaccionan sistemáticamente con el mundo físico o material. Si, por ejemplo, se considera que lo más propio de las ciencias naturales en un libro de texto es el pensamiento teórico, la concepción semántica de las teorías permite una gran flexibilidad, pues estaríamos hablando de lograr un mismo objetivo, esto es pensar a través de las teorías aunque en diferentes contextos, el científico y el escolar (Izquierdo, 2001).

En este escenario formativo, los esfuerzos del profesorado por abordar los problemas específicos de 'la comunicación discursiva de la ciencia en la escuela' y sus nuevas finalidades educativas, han sido significativos y crecientes en las

últimas décadas. Estos esfuerzos han estado motivados predominantemente por preocupaciones prácticas que circulan alrededor del uso de los medios y las nuevas tecnologías en el trabajo escolar, así como por la identificación y caracterización de las representaciones metateóricas de los/as profesores/as de ciencia y su incidencia en la promoción y consolidación de una nueva cultura docente del lenguaje de la ciencia en el aula, como lo han venido señalando desde hace ya algún tiempo investigaciones específicas en el tema (Candela, 1999; Lemke, 1997; Mortimer, 2000; Ogborn *et al.*, 1998).

Partimos del hecho de que el aprendizaje de las ciencias, y con ello la especificidad de su lenguaje, tiene que ver con la compleja evolución y diferenciación de las ideas en la propia historia de la ciencia, así como de los diferentes puntos de vista de los/as estudiantes frente al conocimiento que se transmite en la actividad científico-comunicativa del aula, pero además en la propia historia del sujeto que aprende y cambia conceptualmente (Labarrere y Quintanilla, 2006; Nussbaum, 1989). Estos desarrollos, de por sí permanentes y situados, solo son posibles a través de la interacción social, la cual se ha de intencionar teórica y experiencialmente bajo cierto estatuto epistemológico de la ciencia, su método, instrumentos y valores (Izquierdo, 2001; Echeverría, 1995). Es el lenguaje, hablado o escrito, el medio por el cual se expresa el pensamiento y es la comunicación con los demás la que promueve modificaciones paulatinas en las ideas que se expresan y transitan, desde modelos simples y poco elaborados a modelos o familias de modelos científicos más complejos y coherentes, desde las propias teorías de la ciencia tal y como lo plantean diversas y sólidas investigaciones de los científicos cognoscitivistas (Izquierdo *et alt.*, 2006, Giere, 1995).

Lo anterior implica, por parte del profesorado, una valoración seria y rigurosa de la 'actividad discursiva escolar de la ciencia' y de su naturaleza, que se transmite de manera 'hablada o escrita' sobre la base de determinadas concepciones teóricas que implican, entre otras cosas, categorías conceptuales y estatuto metacientífico de la didáctica de las Ciencias Naturales (Quintanilla, 2006a). Se trata de asumir que el lenguaje de la ciencia, comunicado a expertos y profanos, intencione determinadas maneras de entender el mundo en una época determinada, de una forma tal que enseñe al estudiante a desarrollar habilidades cognitivo lingüísticas para comprender los conocimientos que aprende y estimular la creatividad en el proceso de modelizar la ciencia, promoviendo la evolución de sus ideas en un proceso que no comienza ni termina con la cultura de los símbolos y las fórmulas de las teorías científicas.

1.3 APRENDIZAJES POR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ESCOLAR (APIE)

Sin embargo, las prácticas pedagógicas escolares de la ciencia implican hacer la apuesta de una orientación teórica en el sentido de las relaciones que en ellas se tejen, entre la interacción del discurso del/de la profesor/a y las ideas que expresan

los/as estudiantes. Implica comprender esas mismas prácticas del lenguaje de la ciencia en términos de procesos educativos muy complejos, atravesados por el estatuto de las teorías científicas, por las identidades culturales, por las historias de los sujetos que enseñan y aprenden, y por las matrices culturales y político-institucionales, entre otros componentes.

Los proyectos de trabajo escolar (PTE) o aprendizajes por proyectos de investigación escolar (APIE) son investigaciones realizadas en el aula con los/as niños/as y jóvenes, que suelen surgir a partir de cualquier acontecimiento casual, una experiencia propiciada por el/la profesor/a, un centro de interés que afecta a la vida del colegio, un idea de un/a niño/a, un problema interesante, un acontecimiento con repercusión en la clase, una iniciativa, una visita, la entrada de un animal en el aula o una noticia que sorprende. Estas investigaciones pueden tener como objetivo la resolución de un problema de carácter teórico o práctico, que en este caso, se relaciona con un problema práctico (Caamaño, 2004). Estos proyectos tienen como objetivo hacer investigación científica escolar, no tienen una duración preestablecida, y pueden durar varios días, una o dos semanas, o incluso extenderse durante algunos meses. Implican un reto intelectual para la interdisciplinariedad del profesorado, pues permiten adquirir conocimientos de las diversas áreas o disciplinas, a través del desarrollo de la investigación basada en el interés central, que se va enriqueciendo y ramificando en la medida que vamos integrando en ella las diferentes partes del currículum de la asignatura. Suponen una forma de trabajar con el estudiantado en la que se construye el aprendizaje entre todos, buscando la participación en las ideas principales del proyecto, en la forma de afrontarlo, en los retos que nos vamos planteando, en los resultados que vamos obteniendo y su proceso. Sobre todo, centrándose en la promoción de habilidades cognitivo lingüísticas o competencias de pensamiento científico en el estudiantado (Quintanilla *et al.*, 2014).

2. Descripción del proyecto

2.1 MODELO DE TRANSPORTE EN LA CÉLULA VEGETAL

Entender el mecanismo de transporte a través de una membrana, posee gran importancia en el aprendizaje de la biología, pues permite, a su vez, comprender procesos fisiológicos de la célula y del ser vivo, como por ejemplo, la nutrición, respiración celular y otros.

La historia de la ciencia nos muestra que los primeros estudios acerca del transporte en la membrana se realizaron a partir de estudios con células vegetales. En una época en que se pensaba que la membrana era impermeable a casi todo excepto el agua, en el año 1887, el botánico alemán Pfeffer, realizó investigaciones con respecto a las propiedades osmóticas en las células vegetales, y en el mismo

período Ernest Charles Overton (1895), botánico especializado en fisiología celular y farmacología, explicó cómo las células vegetales conseguían absorber algunas substancias y excretar otras (Meza, Romero-Méndez, Lincón y Sánchez-Armáss, 2010).

La comprensión de conceptos científicos supone interpretación, ya que implica la capacidad de establecer deducciones e inferencias que determinan el significado que se les atribuye. Generalmente, ellos han sido abordados desde un enfoque tradicional, donde más que comprender conceptos, se ha enseñado definiciones que generan aprendizajes insuficientes en el estudiantado. De acuerdo con la literatura científica y con la realidad vivida en las instituciones de educación básica, es difícil que nuestros estudiantes logren aprendizajes en profundidad sobre los distintos conceptos en ciencias (Campanario, 2009; Galagovsky, 2004; Zohar, 2006). Ellos adquieren conocimientos a través de sus procesos de enseñanza en la escuela, a través de sus observaciones, de sus experiencias en su diario vivir, y cuando llegan a la sala de clases, muchos de los conceptos y formas de ver la realidad se convierten en obstáculos conceptuales, ontológicos y/o emocionales, que dificultan la enseñanza, el aprendizaje y el pensar con un nuevo concepto. Por ende, para el aprendizaje de las ciencias, se debe tener en cuenta, además de las ideas previas, la motivación de los estudiantes frente al aprendizaje de las ciencias, el contexto, sus emociones, sus habilidades cognitivo–lingüísticas y sus conocimientos metacognitivos, para asegurar la profundidad de tales aprendizajes.

2.2 DIRECTRICES TEÓRICAS DEL PROYECTO

Desde este complejo escenario, este proyecto se ha centrado en la enseñanza de los procesos de transporte y tejidos en plantas; por lo tanto, se hace necesario primeramente identificar las mayores dificultades u obstáculos que ha mostrado el estudiantado en la comprensión, conceptualización y aplicación del concepto de célula, tanto desde el punto de vista estructural como funcional. Según los estudios realizados por Berthelsen (1999), el estudiantado presentaba dificultades en la jerarquía de átomos, moléculas y células, proveniente del particular desconocimiento de la física y de la química subyacente a los seres vivos; de hecho, como se ha reportado, no le está resultando fácil comprender la estructura y el funcionamiento celular si no se acompaña de una adecuada comprensión y aplicación de la físico-química de la materia viva (Rodríguez, 2000), lo que lleva a una descripción de las células como siendo componentes o un tipo de biomolécula. De acuerdo con Dreyffus y Jungwith (1989), esto constituye un verdadero obstáculo epistemológico para comprender el funcionamiento del organismo complejo, y que una de las muchas dificultades para entender la célula como ser vivo reside en el desconocimiento de los procesos a nivel bioquímico de los procesos biológicos.

Desde una perspectiva del modelo funcional de la célula, Carrillo *et al.* (2011) reportan que los/as alumnos/as aluden a una célula en cuanto toma por aspiración del ambiente líquido los elementos necesarios para su elaboración, es decir, se reconocen funciones de la célula como el intercambio de sustancias con el exterior, la reproducción, respiración, excreción, circulación, nutrición. Sin embargo, tienden a pensar que es 'algo' que en la célula funciona macroscópicamente, como una serie de máquinas acopladas, y no se le atribuyen necesidades de materia y energía a cada una de las células, como si éstas no necesitaran cubrir necesidades vitales.

Las concepciones erróneas del estudiantado pueden pasar inadvertidas en determinadas formas de enseñanza. Estas ideas previas, a veces muy sutiles, pueden haber sido adquiridas en contextos extraescolares, o bien, se derivan de determinadas estrategias de enseñanza desarrolladas en el propio contexto educativo, como por ejemplo, desde la clase magistral o prácticas experimentales, que de manera general o superficial abordan su enseñanza. Caballer y Giménez (1992) plantean que el estudiantado encuentra obstáculos epistemológicos en la imposibilidad de representarse mentalmente una célula respirando, nutriéndose, por ser funciones propias de sistemas complejos del ser humano; además, sugieren que si las funciones de la célula no son bien comprendidas, su aprendizaje quedará reducido a una memorización de organelo-función. Por ende, para la enseñanza de estos conocimientos, es indispensable la utilización de modelos elaborados por los/as docentes, que reflejen en ellos elementos esenciales que se desea sean asimilados por el estudiantado.

El profesorado necesita tener una mirada completa de cómo, a través de una estrategia didáctica en la enseñanza de las Ciencias Naturales, se aborda, en los últimos niveles de la educación básica, el concepto de célula desde la teoría celular, para establecer el análisis de cómo una unidad "pequeña" es capaz de realizar todas las funciones dentro de un sistema, posibilitando la comprensión de una idea que establezca relaciones entre lo micro y lo macroscópico.

La adquisición del conocimiento biológico supone la superación de estos problemas, no parecen comprenderse las características definitorias de los seres vivos, y, consecuentemente, de sus unidades constituyentes; las dificultades relativas al estudio de la célula podrían provenir de la imposibilidad de imaginarla o representarla realizando procesos que se asignan a niveles macroscópicos, ya que se le atribuyen conductas y funciones de organismos superiores. Solo cuando se comprenda y aplique el concepto de célula, se podrá comprender la necesidad de digestión, absorción, y otras funciones; es decir, desde la visión de sistema las células son capaces de realizar las mismas funciones del ser complejo en su dimensión y no necesariamente éstas se expresan desde lo macro, sino también desde lo microscópico (Rodríguez, 2000). Esto puede suceder porque en el período

de transmisión de conocimientos los/as estudiantes no han realizado actividades prácticas experimentales que les permitan observar, reflexionar y debatir sobre la estructura celular de los organismos. Complementando lo anterior, Totorikaguena (2013) ha reportado que aunque se asimile el concepto de la estructura celular y de la membrana, no ocurre lo mismo con el concepto de la función. La relación estructura/función de las células y las membranas celulares no se domina correctamente en el aprendizaje de la biología celular.

Los conceptos que tienen que ver con la estructura han cambiado poco a lo largo del tiempo, pero los conceptos afines a la función tienden a una mayor variabilidad y por lo tanto, a una mayor confusión (García *et al.*, 2002). En un trabajo de investigación sobre una propuesta didáctica para la enseñanza de los tejidos vegetales, Mengascini (2005) resalta que es un tema que no ha sido objeto de indagación y explica que, tal vez, se deba al hecho de no ser éste un tema que se desarrolle con profundidad en el ámbito escolar.

3. Contexto de implementación y desarrollo del proyecto

El proyecto de aula, ***En las plantas también hay transporte***, es una experiencia práctica, experimental, indagatoria cíclica; didácticamente socio constructiva, que permite a los estudiantes de la población descrita (preadolescentes de 12-13 años) indagar en equipos, en textos especializados y en internet y, posteriormente, con la ayuda de su profesor seleccionar una investigación científica experimental asociada al transporte y tejido celular de alguna de las tres zonas relevantes de las plantas (hojas, tallos y raíces); dicha investigación se deberá planificar, desarrollar y comunicar a lo largo de las cuatro sesiones de trabajo. El objetivo de este proyecto es que los estudiantes comprendan por medio de la ***investigación experimental indagatoria*** (IEI) cómo se desarrolla el proceso de transporte en la membrana celular y en los distintos tejidos de las plantas. Este proyecto fue llevado a cabo en el transcurso del primer semestre académico 2015, entre los meses de mayo y junio. En la experiencia participó un centro escolar de carácter privado, localizado en la ciudad de Santiago de Chile. El establecimiento, a nivel de 8° básico, presenta cuatro grupos cursos de aproximadamente 40 estudiantes cada uno, beneficiándose un total de aproximadamente 160 alumnos.

Esta actividad tuvo una duración de 12 horas pedagógicas[10], divididas en 4 sesiones de trabajo, cada una de tres horas pedagógicas. Se contempló el desarrollo de la investigación de un tema en relación a la tarea, además de la metodología didáctica de naturaleza experimental en el laboratorio de ciencias, con el fin de obtener respuestas a las problemáticas y de generar evidencias para las siguientes fases de la investigación experimental indagatoria. Al ser un proyecto en que los

10 En total son 9 horas cronológicas.

estudiantes debían llevar a cabo de forma colaborativa, se conformó un total de 26 grupos aproximadamente, con cinco a siete estudiantes cada uno. En cada grupo de trabajo resultó fundamental la recomendación de cautelar el rol de cada estudiante, con el fin de que se lograra un trabajo efectivo. La actividad estuvo a cargo de dos profesores guías, los cuales fueron los encargados de mediar el progreso de los estudiantes en relación con el desarrollo de las actividades, durante las 4 sesiones de trabajo.

Cada grupo de trabajo, luego de una planificación, seleccionó una investigación científica experimental sobre el transporte y tejido en plantas, con el fin de poder dar respuestas a las preguntas planteadas previamente al inicio de su investigación; además, de procesar y analizar la evidencia obtenida en visitas al laboratorio, apoyando su investigación con información, tanto cuantitativa como cualitativa.

3.1 DESCRIPCIÓN Y FINALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto ***En las plantas también hay transporte***, tiene como objetivo describir, por medio de la experimentación, los mecanismos de intercambio o transporte de partículas por difusión y osmosis entre las células de plantas y su ambiente. Además, crear modelos que expliquen que las plantas tienen estructuras especializadas basadas en células, similares a las del cuerpo humano, para explicar los procesos de transporte de sustancias e intercambio de gases. Al mismo tiempo, a través de este proyecto, los estudiantes deben lograr realizar una investigación experimental y desarrollar un informe de investigación científica de forma colaborativa, sobre los tipos de transporte por la membrana celular y los diferentes tejidos de algunas zonas relevantes de las plantas, mostrando curiosidad, trabajo responsable a nivel grupal y valorando los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico celular de las plantas.

3.2 ACTIVIDADES DEL ESTUDIANTADO EN EL PROYECTO

a. Ambientes de aprendizaje

Las actividades de este proyecto se realizaron en 12 horas pedagógicas, divididas en cuatro sesiones, con el fin de que los estudiantes pudieran desarrollar de manera procesual sus investigaciones experimentales. Cada sesión contempla actividades progresivas con una dificultad gradual incremental, con el fin de que desarrollen las siguientes habilidades: Observar y plantear preguntas, planificar y conducir una investigación, procesar y analizar la evidencia y comunicar. En la tabla presentada a continuación (Tabla 1) se explicitan las actividades realizadas durante las cuatro sesiones del proyecto.

Tabla 1. Sesiones de la propuesta didáctica
En las plantas también hay transporte

Sesión	***Conozcamos las plantas***
1 (3 horas pedagógicas)	INICIO/EXPLORACIÓN: Motivación: Se presentan algunas diapositivas de los distintos tipos de transporte por las membranas celulares y las partes de la planta con algunos de los tejidos presentes, para contextualizar y motivar la elección de lo que les gustaría estudiar; a partir de esto, y por medio de preguntas abiertas y a modo de lluvia de idas, los estudiantes explicitan sus ideas previas. Presentación del objetivo de aprendizaje: Describir por medio de la experimentación, los mecanismos de intercambio de partículas entre la célula (en plantas) y su ambiente, por difusión y osmosis (Ver Anexo). Los/as estudiantes leen el objetivo de aprendizaje de la planificación de unidad, disponible en una guía en intranet del establecimiento. Presentación de la tarea o actividad: Los/as estudiantes buscan en sitios de internet sugeridos ejemplos de una actividad experimental; mediados por el profesor, seleccionan la más pertinente y se les incentiva para que elaboren una pregunta abierta, que será la que orientará el desarrollo de la experiencia, para posteriormente elaborar **informes de investigación científica** colaborativamente, que, entre otros, incluya la respuesta a la pregunta de investigación, sobre algunos tipos de **transporte por la membrana celular y diferentes tejidos de algunas zonas relevantes de plantas**, mostrando curiosidad, trabajo responsable a nivel grupal, y valorando los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico celular.
	DESARROLLO/INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PUNTOS DE VISTA: Se les invita a organizarse en grupos pequeños de cinco a siete estudiantes. Con la actividad experimental seleccionada, sobre **transporte y tejidos en plantas**, planifican su trabajo describiendo cada una de las tareas y materiales necesarios para llevar a cabo el experimento por cada miembro del grupo. Se hace énfasis en que la pregunta inicial es la que orienta el desarrollo de su trabajo. Se recuerda traer los materiales necesarios **–**comprometidos por cada integrante del grupo– para llevar a cabo sus actividades experimentales. La conformación de los grupos se realizó de la siguiente forma: **Partes de la planta empleadas en las actividades experimentales** Hojas y su color: 4 grupos; Hojas de perejil y su diferentes pigmentos: 1 grupo; Hojas y su pigmento verde: 4 grupos; Hojas y la transpiración: 2 grupos; Hojas y el rol del yodo: 1 grupo; Tallos de apio y su función: 4 grupos; Tallos de flor y su función: 1 grupo; Tallos de papa y su función: 1 grupo; Raíz de zanahoria y su función: 8 grupos. Total: 26 grupos.

	CIERRE/ESTRUCTURACIÓN: Cada grupo hace una presentación al curso y socializa su avance del trabajo sobre **transporte y tejidos en plantas**.
Sesión	***Transportémonos con las plantas***
2 (3 horas pedagógicas)	INICIO/ EXPLORACIÓN: Se recuerda el objetivo de aprendizaje de la unidad (Ver Anexo). Se comparten logros y problemas del trabajo, sobre la planificación de la actividad experimental realizado en la sesión anterior. Por medio de preguntas abiertas los estudiantes dan a conocer sus ideas acerca del **transporte y tejidos en plantas.**
	DESARROLLO/ INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PUNTOS DE VISTA: Visitan el laboratorio de ciencias, donde proceden a desarrollar su actividad experimental y reciben un guión de trabajo (Fig. 2), que contempla tres grandes etapas: Observar y preguntar (planteamiento del problema), experimentar, y analizar la evidencia y comunicar los resultados de manera escrita o audiovisual, utilizando alguna TIC (Tecnología de la Información y Comunicación) que ellos eligen (Ver Anexo).
	CIERRE/ESTRUCTURACIÓN: Se realiza una socialización de los resultados alcanzados en las actividades experimentales desarrolladas por cada grupo. Cada grupo describe los resultados obtenidos y presenta su interpretación, así mismo las conclusiones y la respuesta al problema inicial.
Sesión	***¿Hay algo en que podamos mejorar?***
3 (3 horas pedagógicas)	INICIO/EXPLORACIÓN: Se recuerda el objetivo de aprendizaje de la unidad (Ver Anexo). Se comparten logros y problemas del trabajo desarrollado en el laboratorio, como así mismo se solicita que cada grupo dé a conocer la principal idea aprendida sobre transporte y tejidos en plantas de la actividad experimental antes realizada.
	DESARROLLO/INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PUNTOS DE VISTA: SE preparan los resultados obtenidos, con la ayuda del guión de trabajo, y de manera escrita y oral se exponen al grupo curso, apoyados en presentaciones *Power Point*, videos de *You Tube*, carteles y *rol playing*, de modo de complementar sus explicaciones.
	CIERRE/ESTRUCTURACIÓN: Cada grupo explica, brevemente, al curso la forma de cómo presentará los resultados consignados en su guión de trabajo.

Sesión	*Compartamos nuestra investigación*
4 (3 horas pedagógicas)	INICIO/EXPLORACIÓN: Se recuerda el objetivo de aprendizaje de la unidad (Ver Anexo). Por medio de la dinámica del ovillo de lana, se va lanzando a un/a estudiante de la clase a la vez, quien debe dar una idea clave aprendida al contestar el guión de trabajo; éste, luego de expresarla se la lanza a otro/a compañero/a. Se continúa hasta completar la participación de todos los/as alumnos/as. De manera colectiva se ordenan las ideas claves.
	DESARROLLO/INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PUNTOS DE VISTA: Presentan formalmente al grupo curso, los resultados de sus actividades experimentales, a través de la modalidad elegida. El resto del curso va anotando las conclusiones obtenidas por cada grupo para contrastarlas con las propias.
	CIERRE/ESTRUCTURACIÓN: Se contestan preguntas de los compañeros de curso y se acogen. Escuchan los aportes y sugerencias del profesor en relación con lo presentado, para aclarar y mejorar aquellas ideas que no fueron expresadas de manera clara. De manera compartida, entre el profesor y los estudiantes, se realiza una **síntesis de lo aprendido** sobre **transporte y tejidos en plantas**. Para ampliar los conocimientos sobre transporte y tejidos en plantas, los/as alumnos/as buscan una noticia de actualidad donde puedan **poner en acción (transferir/aplicar) lo aprendido.** Voluntariamente la socializan al curso.

b. Recursos utilizados

Para que el estudiantado sea capaz de llevar a cabo este proyecto de una forma óptima, se debe planificar y conducir la investigación sobre la base de una pregunta y/o problema utilizando diversas fuentes de información científica, considerando la selección de instrumentos y materiales a usar, de acuerdo a las variables presentes en el estudio, la manipulación de una variable y la explicación clara de procedimientos posibles a replicar. De esta forma, los recursos dependen de la investigación científica experimental realizada por cada grupo de trabajo y del tejido de la planta seleccionada en el consenso grupal. A continuación, y a modo de ejemplo, se presentan los materiales seleccionados por un grupo que decidió trabajar en el transporte y tejido celular asociado a las hojas de una especie de planta: papel absorbente, vaso precipitado, alcohol desnaturalizado 95°, plantas con pigmentación verde (cilantro), mortero, colador y recipientes, entre otros (Fig. 1), así como también el Guión de Laboratorio para guiar la investigación (Fig. 2)

Figura 1. Materiales seleccionados por un grupo que decidió trabajar en el transporte y tejido celular asociado a las hojas de una especie de planta.

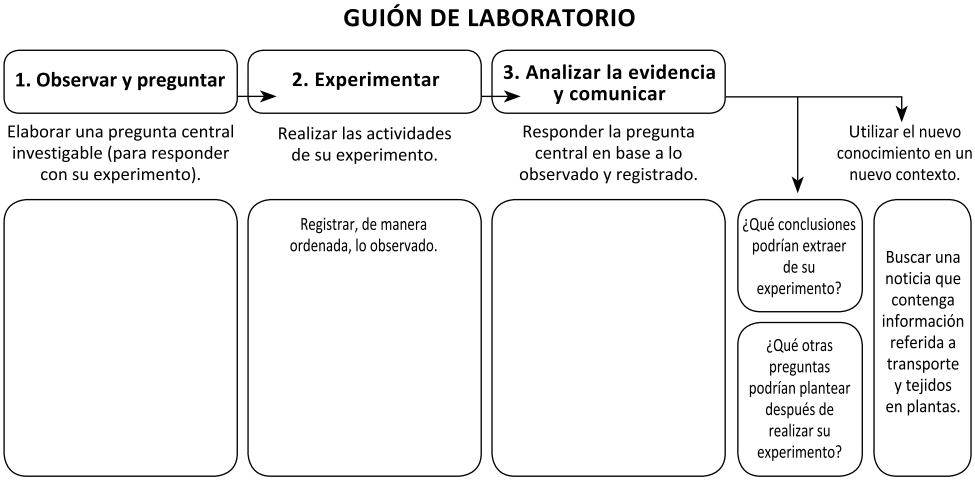


Figura 2. Guión del laboratorio a ser trabajado por los grupos

3.3 MODALIDADES Y SENTIDO DE LA EVALUACIÓN DE APRENDIZAJES

La metodología de evaluación del proyecto consideró diversos procedimientos e instrumentos, cada una de ellos aplicado ya sea durante el proyecto o luego de finalizado, recordando que los tiempos de duración de cada investigación son diferentes para cada grupo, de acuerdo a los tipos de transporte y tejido celular escogidos por los estudiantes.

En primer lugar, se realizó una evaluación basada en el informe de la investigación científica experimental de cada grupo, la cual estuvo asociada a la exposición de la investigación del grupo al resto de los compañeros del curso. Posteriormente, los

estudiantes realizaron tanto una autoevaluación del proceso como una evaluación grupal, de acuerdo a una pauta entregada por los docentes a cargo, dejando en evidencia aquellos aspectos que fueron logrados durante el desarrollo del proyecto y otros que se deberán mejorar posteriormente (Tabla 2). En relación a esto, los estudiantes realizaron una puesta en común, en base a los objetivos de trabajo y de acuerdo a la investigación experimental, recogiendo sus opiniones sobre el proyecto, compartiendo logros y dificultades del trabajo sobre el transporte por la membrana celular y los diferentes tejidos de las plantas.

Tabla 2. Pauta evaluativa del proyecto *En las plantas también hay transporte*

Componente	Totalmente logrado 5 puntos	Parcialmente logrado 2 puntos	No logrado O punto
1. Planificación.	Planificaron la investigación científica experimental a partir de una pregunta y de diversas fuentes de información, identificando las ideas centrales.	Planificaron la investigación científica experimental a partir de una pregunta y de algunas fuentes de información, identificando las ideas centrales.	Planificaron la investigación científica experimental a partir de una pregunta y de unas pocas fuentes de información, no identificando las ideas centrales.
2. Organización del trabajo colaborativo.	Organizaron el trabajo colaborativo, asumiendo responsabilidades y comunicándose en forma efectiva.	Organizaron el trabajo colaborativo, asumiendo responsabilidades, y comunicándose en forma deficiente.	No organizaron el trabajo colaborativo, no se asignó responsabilidades, y la comunicación fue deficiente.
3. Organización de la presentación de datos con la ayuda del modelo.	Organizaron adecuadamente todas las ideas centrales de su investigación documental de hoja, tallo o raíz.	Organizaron algunas ideas de su investigación documental de hoja, tallo o raíz.	No organizaron las ideas de su investigación documental de hoja, tallo o raíz.
4. Comunicación y explicación de sus evidencias y conocimiento.	Comunicaron y explicaron correctamente al grupo curso sus conocimientos y su investigación científica de hoja, tallo o raíz.	Comunicaron y explicaron irregularmente al grupo curso sus conocimientos y su investigación científica de hoja, tallo o raíz.	No comunicaron al grupo curso sus conocimientos y su investigación científica de hoja, tallo o raíz.
5. Curiosidad, creatividad e interés en su trabajo.	Siempre mostraron curiosidad, creatividad y pensamiento crítico en su trabajo de investigación científica y documental de hoja, tallo o raíz.	A veces mostraron curiosidad, creatividad y pensamiento crítico en su trabajo de investigación científica y documental de hoja, tallo o raíz.	No hubo curiosidad, creatividad ni pensamiento crítico en su trabajo de investigación científica y documental de hoja, tallo o raíz.
6. Uso responsable y efectivo de las tecnologías e instalaciones del laboratorio.	Usaron siempre de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación (celulares, Internet…) y de laboratorio.	Usaron frecuentemente de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación (celulares, Internet...) y de laboratorio.	No usaron de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación (celulares, Internet...) y de laboratorio.

4. Implicaciones para la práctica docente

El proyecto ***En las plantas también hay transporte*** ha elaborado y utilizado una importante variedad de actividades científicas escolares (Paz; Márquez y Adúriz-Bravo, 2008), en las que subyacen cuatro dimensiones, de acuerdo a lo planteado por Izquierdo (2005), a saber:

- *Los hechos y la experiencia: lo que pasa en el mundo o lo que provocamos que pase al intervenir.*
- *El conocimiento o la teoría y los modelos teóricos mentales: lo que se piensa sobre eso que pasa y sobre lo que se hace.*
- *Los objetivos y las metas de aprendizaje o bien las finalidades que se persigue con las actuaciones y*
- *La comunicación con los sistemas de símbolos, entendido como el uso del lenguaje adecuado para dar sentido y comunicar a otros las intervenciones que están cargadas de conocimiento científico.*

En cuanto a la dimensión referida **a los hechos y la experiencia**, ésta se refiere a la actividad experimental realizada por los alumnos y alumnas, en las que se planificó anticipadamente y de forma explícita e intencionada aprendizajes de habilidades de investigación científica, tales como observar y plantear preguntas, planificar y conducir una investigación, procesar y analizar la evidencia, evaluar y comunicar, las relaciones causa–efecto, el comportamiento de los procesos de difusión y osmosis, la diferencia entre ambos, los cambios y modificaciones, como así también lo que aportan los resultados de la experimentación y su explicación. De acuerdo a lo realizado por uno de los grupos de estudiantes, los resultados obtenidos en la experimentación científica se ejemplifican auténticamente en las siguientes imágenes:

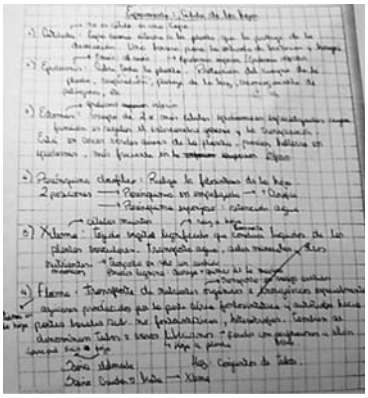


Figura 3. Investigación documental.

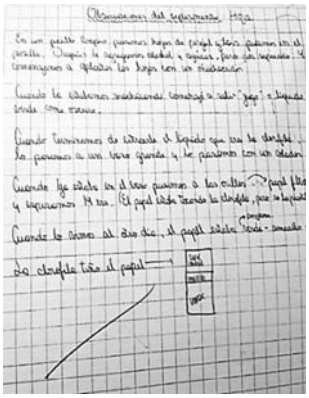


Figura 4. Pre informe investigación.

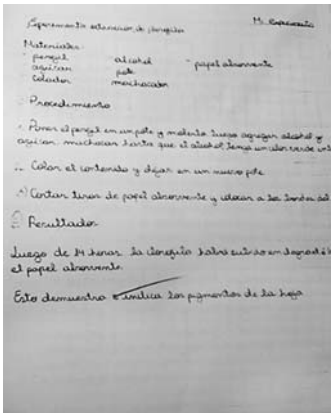


Figura 5. Pre informe investigación.

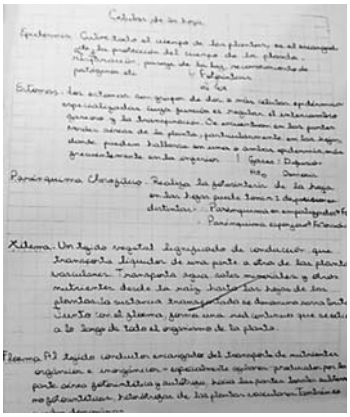


Figura 6. Investigación documental.

En cuanto a la **dimensión sobre el conocimiento o la teoría** y los modelos –lo que se piensa sobre eso que pasa y sobre lo que se hace– en este proyecto se promovió la vivencia y el proceso de construcción de la modelización de los mecanismos de transporte en la célula vegetal; en particular, los fenómenos de difusión y osmosis, y la estructura y características principales de la célula vegetal; asimismo, con la mediación del profesor, se trató de buscar y mostrar la importancia y el papel de las ideas teóricas para comprender los hechos y la importancia de los hechos para dar significado de las teorías (Paz, Márquez y Adúriz-Bravo, 2008). No se trató solamente de promover reflexiones abstractas escolares sino de cómo resolver las dificultades epistémicas que continuamente aparecen en una actividad científica escolar, al preguntarse significativamente sobre el mundo utilizando modelos, para que así los estudiantes puedan avanzar hacia la construcción de modelos mentales más comprensivos sobre los procesos de transporte celular en términos más amplios, tanto como fenómeno físico como químico, y puedan progresar hacia una comprensión de los procesos microscópicos que ocurren en las células y tejidos vegetales de sus diferentes zonas.

Con la tercera **dimensión relativa a los objetivos y las metas** o bien las finalidades que se persigue con las actuaciones, se pretendió, en el marco de la ciencia escolar, que los estudiantes pudiesen llegar a crear modelos que expliquen que las plantas tienen estructuras especializadas, similares a las del cuerpo humano, considerando los procesos de transporte de sustancia e intercambio de gases. Así también, se trató de promover actitudes vinculadas al desempeño personal, entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se opera con precisión y orden, con el trabajo responsable en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y con una buena disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.

Así, estas grandes metas ayudan a precisar un rumbo adecuado, realizando una función reguladora; en palabras de Izquierdo (2007, p. 129) son "para hacer algo en el mundo".

La cuarta **dimensión se refiere a la comunicación**, al lenguaje utilizado para comunicarse en todas sus formas, oral, escrito, gráfico, audiovisual o tecnológico. Esta dimensión contempla todo aquello que los estudiantes pudieron comunicar respecto de lo que hicieron, cómo trabajaron en la preparación de la actividad experimental indagatoria, su reporte, las explicaciones y otras tareas solicitadas por el profesor, dado que en la educación científica es necesario que exista una integración del lenguaje con los modelos y con los hechos trabajados. Por cuanto, en este proyecto se ha procurado que las teorías científicas escolares no se formulen como axiomas o verdades, sino que como explicaciones correctas, que tengan sentido y lleguen a ser inteligibles para el estudiantado. Se aspiró a un aprendizaje del conocimiento científico de la unidad, de los procesos de transporte celular y características del tejido vegetal para que los estudiantes pudieran explicar, imaginar, discutir, interpretar, decidir y profundizar sobre los hechos del mundo, y, de ese modo, ir avanzando para que paulatinamente generen una visión propia sobre los fenómenos y poder actuar sobre ellos con rigor y responsabilidad en los futuros desafíos que se les presenten.

5. Proyecciones y conclusiones

Este proyecto ha creado un escenario didáctico propicio para establecer una visión del aprendizaje de la Ciencias Naturales, que ha permitido ubicar la experiencia en la intersección de tres dimensiones: la búsqueda de información, tanto a nivel bibliográfico como a partir de la observación de los fenómenos involucrados; la constatación empírica de lo que ocurre y la elaboración de explicaciones al respecto; y la promoción de actitudes hacia el trabajo científico colaborativo con la participación activa y reflexiva de los estudiantes en cada una de las sesiones. Todo ello con la finalidad de intentar evitar las clases unidireccionales y verticales como manera de enseñanza, incluso en la fase de desarrollo o de introducción de la nueva información –según el ciclo constructivista de aprendizaje–; así, se evita la clase tradicional, favoreciendo actividades en las que sean los propios estudiantes quienes construyan los conceptos esperados, no solo enunciándolos sino también comprendiendo para qué sirven, por medio del desarrollo de habilidades de investigación científica.

De acuerdo con Fensham (2004), uno de los principales problemas de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia es la falta de interés de los estudiantes; por lo que la solución requiere una especial y vigorosa atención a los aspectos actitudinales, afectivos y emocionales del currículo de ciencias. En consecuencia, en este proyecto también se ha puesto el acento en la promoción de una actitud

positiva por parte de los/as estudiantes hacia la ciencia escolar, en mantener viva la curiosidad y mejorar la motivación, con el fin de generar apego y vinculación hacia la educación científica, no sólo a lo largo del período escolar, sino también a lo largo de toda la vida. En suma, se ha tratado de hacer una ciencia que dé sentido al mundo que nos rodea y cobre sentido en quienes la utilizan para pensar, decir y hacer sobre su realidad.

Anexo 1

Planificación Proyecto Didáctico En las plantas también hay transporte

ESTRATEGIA PARA EL APRENDIZAJE

Aprendizajes Verbales / Conocimiento Declarativo		
Arquitectura del conocimiento (Objetivos de aprendizaje)	MEDIOS	Conceptos fundamentales
1. Describir por medio de la experimentación, los mecanismos de intercambio de partículas entre la célula (en plantas) y su ambiente por difusión y osmosis. 2. Crear modelos que expliquen que las plantas tienen estructuras especializadas para responder a estímulos del medio ambiente, similares a las del cuerpo humano, considerando los procesos de transporte de sustancias e intercambio de gases.	1. Mecanismos de intercambio 1.1. Difusión 1.2. Osmosis. 2. Respuestas a estímulos del medio ambiente en las plantas: 2.1. Difusión de gases en los **diferentes tejidos** de hojas. 2.2. Osmosis del agua en los **diferentes tejidos** del tallo y raíz.	
Aprendizajes Procedimentales	**FINES**	**Aprendizajes sociales**
Destrezas intelectuales – Técnicas – Destrezas Motoras	Representaciones sociales - Valores – Actitudes – Habilidades Sociales	
Observar y plantear preguntas a. Observar y describir procesos y fenómenos del mundo natural usando los sentidos. b. Identificar preguntas y/o problemas que puedan ser resueltos mediante una investigación científica. c. Formular y fundamentar predicciones basadas en conocimiento científico.	A. Esforzarse y perseverar en el **trabajo personal** entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden. B. Trabajar responsablemente en **forma proactiva y colaborativa**, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.	
Planificar y conducir una investigación a. Planificar una investigación experimental sobre la base de una pregunta y/o problema y diversas fuentes de información científica, considerando: • La selección de instrumentos y materiales a usar de acuerdo a las variables presentes enel estudio • la manipulación de una variable • la explicación clara de procedimientos posibles de replicar b. Llevar a cabo el plan de una investigación científica, midiendo y registrando evidencias con el apoyo de las TIC. c. Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.	C. Manifestar una **actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad** de las evidencias para sustentar las respuestas, las soluciones o las hipótesis. D. Usar de **manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación** para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas. E. Reconocer la importancia del **entorno natural** y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente. F. Demostrar valoración e interés por los **aportes de hombres y mujeres** al conocimiento científico y reconocer que desde siempre los seres humanos han intentado comprender el mundo.	

Procesar y analizar la evidencia a. Organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC. b. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares. c. Examinar los resultados de una investigación científica para plantear inferencias y conclusiones.	
Evaluar a. Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla, considerando: • La validez y confiabilidad de los resultados • la replicabilidad de los procedimientos • las posibles aplicaciones tecnológicas • el desempeño personal y grupal	
Comunicar a. Comunicar y explicar conocimientos provenientes de investigaciones científicas*, en forma oral y escrita, incluyendo tablas, gráficos, modelos y TIC. b. Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica*, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones.	

Asignatura	Profesor (a)	Curso	Unidad
CIENCIAS NATURALES		8 AÑO BÁSICO	***En las plantas también hay transporte***
Meta de aprendizaje (competencia):	Los estudiantes realizarán investigaciones experimentales y **desarrollarán informes de investigación científica** colaborativamente, sobre algunos tipos de **transporte por la membrana celular y diferentes tejidos de algunas zonas relevantes de plantas**, mostrando curiosidad, con trabajo responsable a nivel grupal, valorando los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico celular.		

RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
Objetivos de Aprendizaje – Habilidades	**Objetivos de Aprendizaje – Ejes Temáticos**	**Objetivos de Aprendizaje – Actitudes**
✓ Observar y plantear preguntas. ✓ Planificar y conducir una investigación. ✓ Procesar y analizar la evidencia. ✓ Evaluar. ✓ Comunicar.	1. Mecanismos de intercambio 1.1. Difusión 1.2. Osmosis. 2. Respuestas a estímulos del medio ambiente en las plantas: 2.1. Difusión de gases en los **diferentes tejidos** de hojas. 2.2. Osmosis del agua en los **diferentes tejidos** del tallo y raíz.	A. Esforzarse y perseverar en el **trabajo personal**. B. Trabajar responsablemente en **forma proactiva y colaborativa**. C. Manifestar una **actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad** de las evidencias. D. Usar de **manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación** para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de las evidencias. E. Reconocer la importancia del **entorno natural** y sus recursos. F. Demostrar valoración e interés por los **aportes de hombres y mujeres** al conocimiento científico.

Aprendizajes declarativos	**Aprendizajes procedimentales**	**Aprendizajes sociales**
Conceptos / Principios	*Habilidades intelectuales*	*Actitudes*
1. Mecanismos de intercambio 1.1. Difusión 1.2. Osmosis. 2. Respuestas a estímulos del medio ambiente en las plantas: 2.1. Difusión de gases en los **diferentes tejidos** de hojas. 2.2. Osmosis del agua en los **diferentes tejidos** del tallo y raíz.	✓ Observar y plantear preguntas. ✓ Planificar y conducir una investigación. ✓ Procesar y analizar la evidencia. ✓ Evaluar. ✓ Comunicar.	• Mostrar curiosidad, creatividad e interés. • Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa. • Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación. • Demostrar valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico.

Referencias bibliográficas

Berthelsen, B. (1999). Students Naïve Conceptions in Life Science. *MSTA Journal*, 44 (1) (spring'99), pp. 13-19. En http://www.msta-mich.org

Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: Una clasificación útil de los trabajos prácticos. *Alambique, 39* (8), 19.

Caballer, M. J. y Giménez I. (1993). "Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica", *Enseñanza de las ciencias,* 1993, 11 (1), pp. 63-68. (1994).

Campanario, M. (2009). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Colección Digital Eudoxus* (8). En http://cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/viewArticle/321.

Candela, A. (1999). Ciencia en el aula. Paidós. México.

Carrillo, Morales, Pezoa, y Camacho (2011) La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula *Tecné, Episteme y Didaxis* No. 29, pp. 112-127.

Díaz, J. (1999). Problemas de aprendizaje en la interpretación de observaciones de estructuras biológicas con el microscopio. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Dreyfus, A. y Jungwirth, E. (1989). "The pupil and the living cell: a taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract ideas", *Journal of Biological Education*, 23 (1), pp. 49-5.

Echeverría, J. (1995). Filosofía de la Ciencia. Madrid, Paidós Ediciones.

Fensham, P. (2004) Beyond Knowledge: other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education", en R. M. Janiuk y E Samonek-Miciuk. (eds.): Science and Technology Education for a Diverse World - Dilemmas, Needs

and Partnerships, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XITH Symposium Proceedings, pp. 23-25, Lublin, Polland, Maria Curie-Sklodowska University Press.

Flores, F.; Tovar, M.; Gallegos, L.; Velásquez, M. E.; Valdés, S.; Saitz, S.; Alvarado, C. y Villar, M. (2000). Representación e Ideas Previas acerca de la Célula en los Estudiantes del Bachillerato. México: UNAM.

Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. Parte 2: Derivaciones Comunicacionales y Didácticas. *Enseñanza de las Ciencias, 22* (3), 349-364. En http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1030040

García, M. S; Jiménez, C.; Fonfría, J.; Fernández J. y Torralba, B. (2002) Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza Secundaria y Universidad, *Anales de Biología* 24: 201-207.

Giere, R. (1992). Cognitive models of Science, Published by the University of Minnesota Press vol. XV-XXVIII.

González-Weil, C. y Harms, U. (2012). Del árbol al cloroplasto: concepciones alternativas de estudiantes de 9º y 10º grado sobre los conceptos ser vivo y célula. Enseñanza de las Ciencias, 30 (3), pp. 31-52.

Izquierdo, M. (2001). Fundamentos epistemológicos. En: Didáctica de las Ciencias Experimentales: Teoría y Práctica. Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). Alcoy: Marfil, Madrid.

Izquierdo, M.; Quintanilla, M.; Vallverdú, J. y Merino, C. (2006). Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II. *Alambique*, 48, 78-91.

Izquierdo-Aymerich, M. (2005). Nuevos contenidos para una nueva época: Aportaciones de la didáctica de las ciencias al diseño de las nuevas ciencias para la ciudadanía. En: Anais do XVI Simposio Nacional de Ensino de Física. En http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/Nuevoscontenidosmerce.pdf

Izquierdo-Aymerich, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. Enseñanza de las Ciencias Sociales, 6, 125-138.

Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2001). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Revista Pensamiento Educativo,* Ediciones PUC., Vol. 30, 121- 138.

Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2006). La evaluación de los profesores de ciencias desde la profesionalidad emergente. En: Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas. Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo (eds.). Ediciones PUC, Santiago de Chile, p. 257-278, Cap. 12.

Lemke, J. (1997). Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. Paidós. Barcelona.

Mengascini, A. (2005). La enseñanza y el aprendizaje de los tejidos vegetales en el ámbito universitario Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº 2.

Meza, U.; Romero-Méndez, A. C.; Lincón, Y. y Sánchez-Armáss, S. (2010). La Membrana Plasmática: Modelos, Balsas y Señalización. *Revista de Educación Bioquímica, 29*(4), 125-134. En: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/490/49016036004.pdf

Mortimer, E. (2000). Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias. Aprendizaje Visor, Madrid.

Nussbaum, J. *et al*. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, Vol II, Special Issue, pp. 530-540.

Ogborn, J. *et al*. (1998). Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en secundaria. Aula XXI, Santillana, Madrid.

Paz, V.; Márquez, C. y Adúriz-Bravo, A. (2008). Análisis de una actividad científica escolar diseñada para enseñar qué hacen los científicos y la función de nutrición en el modelo de ser vivo. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 4(2), 11-28 Manizales, Colombia.

Quintanilla, M. *et al.* (2014). Las competencias de pensamiento científico desde las emociones, sonidos y voces del aula. Editorial Bellaterra. Santiago de Chile. On-line, en: www.laboratoriogrecia.cl

Quintanilla, M. (2006). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Educación y Pedagogía*, vol. XVIII n° 45, pp. 11-23.

Quintanilla, M. (2006a). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas. Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo (eds.). Eds. Universidad.

Rivera Gómez, D. (2011). Propuesta Didáctica para la Enseñanza del Concepto Célula a partir de su historia y epistemología, Universidad Del Valle. Instituto De Educación y Pedagogía Área de Educación en Ciencias y Tecnología Santiago de Cali.

Rodríguez, L. y Moreira, L. (2000). Revisión Bibliográfica relativa a la enseñanza/ aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. Investigações em Ensino de ciencias, 2 (2). En: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID66/v5_n3_a2000.pdf

Rodríguez, M. (2003). La célula vista por el alumnado. Ciência y Educação, 9(2), 229-246.

Rodríguez, M. y Moreira, M. (1999). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. Investigações em Ensino de Ciências, 4(2), 121-160.

Totorikaguena, L. (2013). Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual. Universidad del País Vasco. En: addi.ehu.es/bitstream/10810/10625/1/GRAL.LideTotorikaguena.pdf

Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 157-172, en http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n2p157.pdf

Capítulo 9

TODOS PUEDEN INVESTIGAR

Aprendiendo a desarrollar proyectos con estudiantes de Educación Secundaria

Andrés Amenábar Figueroa
Cristián Merino Rubilar
Waldo Quiroz Venegas

Contenido

Resumen

1. Introducción

2. Le enseñanza de la lógica del pensamiento científico en el currículo chileno

3. Contexto

4. Planificación docente

5. Desarrollo de la unidad
- *Actividades*

6. Orientaciones para el docente y de ejecución en el aula
- *Recomendación general*
- *Orientaciones para las actividades*

7. Resultados de la implementación de la secuencia
- *Sobre la evolución de los modelos explicativos de los estudiantes*
- *Evaluación de los trabajos científicos enviados al concurso escolar*

8. Implicaciones para la práctica docente

Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo, presentamos una experiencia de aula sobre el trabajo por proyectos, a través de una secuencia de enseñanza y aprendizaje que busca promover la lógica del pensamiento científico.

La secuencia consiste en una serie de actividades, abordadas en la clase de Biología para enseñar a estudiantes chilenos de 16 años (en este caso, varones) a diseñar y llevar a cabo proyectos de investigación. Se busca que logren identificar un problema, emitir una hipótesis y controlar variables, entre otros, en pos de vivenciar el desarrollo de sus propias investigaciones.

1. Introducción

En el primer capítulo de este libro, Meinardi y Sztrajman describen la metodología del trabajo por proyectos, su importancia y algunas de sus características. Destacan y enfatizan que el trabajo por proyectos implica fomentar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades que van desde las técnicas a otras de carácter más complejo, como las destrezas y las estrategias (Meinardi y Sztrajman, 2016). Así también relevan el entrenar la movilización de saberes y de un saber-hacer adquiridos y construir competencias, a partir del trabajo de Philippe Perrenound (2000).

En el presente capítulo nos interesa mostrar cómo, guardando sintonía con las ideas de los autores anteriormente señalados, podemos desplegar en nuestras aulas el trabajo por proyectos, alineándolo con las exigencias del Marco Curricular nacional vigente. En virtud de lo anterior, el Ministerio de Educación del Gobierno de Chile señala:

> […] *"Las Bases Curriculares de Ciencias Naturales buscan que los estudiantes conozcan, desde su propia experiencia, lo que implica la actividad científica; es decir, que adquieran habilidades de investigación científica, propias del método científico, que son transversales al ejercicio de todas las ciencias y se obtienen mediante la práctica. De este modo comprenderán también cómo se genera el conocimiento científico actual*" […] (MINEDUC, 2013, p5).

Adicionalmente, enfatizamos el desarrollo de una investigación de manera integral, que permita la compresión y la reflexión de lo aprendido, permitiendo una evolución del conocimiento basado en los preconceptos. Por tanto, es relevante que niños/as y jóvenes entiendan la ciencia "*como una creación sobre la comprensión del mundo*", siendo una actividad estimulante*, "en vez de considerarla como un conjunto de procedimientos mecánicos y de respuestas correctas establecidas*" (Harlen, 2010).

Como se puede observar, las exigencias de nuestro currículo son un campo que nos ofrece un amplio margen de acción para el trabajo por proyectos. Así, para promover el desarrollo de habilidades se pensó en una secuencia centrada en la lógica del pensamiento científico y la investigación científica escolar. Por tanto, hemos procurado, como profesores de ciencias, que las actividades desplegadas en el aula tengan sentido para los alumnos, enfatizando en que ellos puedan relacionar el fenómeno con la teoría, lo puedan comunicar a sus compañeros, discutir y obtener sus propias ideas sobre lo realizado (Izquierdo, Sanmarti, y Espinet, 1999). La idea de base es que los estudiantes puedan obtener su propia visión sobre cómo se generan las ideas en ciencia y su evolución, en la medida que realizan su investigación (Sanmartí e Izquierdo, 1997).

El modelo de clase en el cual se sitúa la propuesta, es el modelo «autónomo» o de «hacer ciencia escolar» caracterizado por: *"Sólo puedo justificar lo que hago, si hablo con los demás y escribo sobre ello; así voy regulando mis concepciones, es decir, comprendo y aprendo"* (Izquierdo, *et al.*, 1999, p.56). Desde esta perspectiva se ha enfatizado en el diseño de la secuencia propuesta, para que todos los estudiantes dialoguen y evalúen con sus pares, escriban su investigación y, durante todo el proceso, compartan con el docente lo que están realizando. Bajo la lógica del modelo autónomo, el profesor tiene el rol de orientar a los estudiantes en la creación de nuevas identidades que hacen posible el razonamiento científico y su regulación. En consecuencia, el profesor debe asegurar un clima para que los alumnos puedan desarrollar sus propias estrategias para el logro de sus aprendizajes, "*seleccionado cuidadosamente los hechos para que puedan desarrollarse a lo largo de una etapa escolar, hasta dar lugar a teorías con poder explicativo creciente, sin que en el proceso se produzcan cambios conceptuales radicales"* (Izquierdo *et al.*, 1999, p.55).

Asimismo, en virtud de lo señalado por Meinardi y Sztrajman en este mismo libro, en relación a la gradación de procedimientos y desarrollo de competencias, nos parece interesante que el trabajo por proyectos podría sintonizar también con escenarios de indagación abierta, en los cuales los estudiantes son los protagonistas. Dentro de este clima, el docente procurará ser un guía y no hacer nada que los estudiantes puedan hacer por sí mismos. Para lograr este escenario, es importante la visión de totalidad y de contexto que poseen las actividades. Cada uno de los elementos han de entenderse en su conjunto y no desvinculados de la teoría (Windschitl, Thompson, y Braaten, 2008).

La secuencia propuesta, recupera una manera de proceder en el aula desde una perspectiva de indagación científica. La bibliografía internacional presenta varios tipos de indagación, que se diferencian en el grado de independencia creciente de los estudiantes (Colburn, 2008; Martin-Hansen, 2002; Vergara y Cofré, 2012; Windschitl, 2003; Zion *et al.*, 2004). Esta propuesta pretende ser una indagación

abierta, en la cual los estudiantes diseñen e implementen su propia propuesta; es decir, formulan: a) El problema, b) La metodología y c) Las conclusiones (Vergara y Cofré, 2012). En la indagación abierta, el docente da espacio y genera un ambiente propicio para que los estudiantes formulen sus propias preguntas o problemas y diseñen su propia investigación, de esta manera los alumnos tienen más oportunidades de desarrollar competencias científicas (González *et al.*, 2009).

El modelo propuesto por Windschitl (2004), llamado modelo basado en la indagación (*model-based inquiry*) es el que más se acerca a lo que se quiere lograr con las actividades de aprendizaje planteadas, ya que posee una serie de características deseables en una investigación escolar más próxima a la ciencia.

Algunas de estas características son:

a) Los elementos del método se entienden como interrelacionados.

b) La teoría y el modelo tentativo propuesto se unen con la investigación y son importantes en su diseño y ejecución.

c) La observación, las preguntas y las hipótesis son entidades relacionadas en un modelo.

d) Las conclusiones se utilizan para refutar aspectos del modelo tentativo.

2. Le enseñanza de la lógica del pensamiento científico en el currículo chileno

Son múltiples los desarrollos conceptuales sobre la lógica del pensamiento científico, que se pueden encontrar en la bibliografía internacional. Al respecto, ya sea como forma de enseñanza o como desarrollo de habilidades científicas (Hodson, 1986a, 1986b; Hodson, 1990; W. McComas, 1996; W. F. McComas, 2001; R. Millar, 1998, 2006; R. M. Millar *et al.*, 2002; Windschitl, 2003; M. Windschitl y Thompson, 2006; Windschitl *et al.*, 2008) e incluso se discute sobre la existencia de un método o varios. (Abd-el-Khalik, 2002; Bell y Lederman, 2003).

Las Bases Curriculares (MINEDUC, 2013) incluyen explícitamente la enseñanza de la lógica del pensamiento científico de forma articulada con los objetivos de aprendizaje presentes en el Curriculum Nacional. Por tanto, coincidimos con que el trabajo por proyectos es una propuesta innovadora, en la cual la actividad de los y las estudiantes es el eje para pensar la transformación del aula (véase Meinardi y Sztrajman en este mismo libro).

Sin embargo, los textos escolares no necesariamente muestran explícitamente la promoción de la lógica del pensamiento científico, presentándolo de manera

aislada y fuera de contexto. En bibliografía especializada, podemos encontrar ampliamente sugerencias y recomendaciones sobre cómo promover en el aula el desarrollo de la lógica del conocimiento científico. En esta oportunidad hemos seleccionado al autor Mario Bunge como una alternativa para el diseño de actividades.

En la Tabla 1 se expone una comparación entre objetivos de aprendizaje relacionados con la lógica del pensamiento científico y una pauta para la investigación propuesta por el mismo autor (Bunge, 2014). Se puede observar ciertos paralelismos que podemos usar como base para el diseño de actividades, cuyo fin sea promover habilidades de investigación en la escuela.

Tabla 1: Objetivos de aprendizaje y pauta para la investigación

	Currículum Nacional	Autor
ETAPAS	Objetivos asociados	Pauta para la investigación.
1. Observar y plantear preguntas.	a. Observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos. b. Identificar preguntas y/o problemas que puedan ser resueltos mediante una investigación científica. c. Formular y fundamentar predicciones basadas en conocimiento científico.	1. Planteamiento del problema: a. Reconocimiento de los hechos. b. Descubrimiento del problema. c. Formulación del problema.
2. Planificar y conducir una investigación.	d. Planificar una investigación experimental sobre la base de una pregunta y/o problema y diversas fuentes de información científica, considerando: La selección de instrumentos y materiales a usar, de acuerdo a las variables presentes en el estudio, la manipulación de una variable y la explicación clara de procedimientos posibles de replicar. e. Planificar una investigación no experimental y/o documental, a partir de una pregunta científica y de diversas fuentes de información, e identificar las ideas centrales de un documento.	2. Construcción del modelo teórico: a. Selección de los factores pertinentes. b. Planteamiento de la hipótesis central. c. Operacionalización de los indicadores de las variables. 3. Deducciones de consecuencias particulares: a. Búsqueda de soportes racionales. b. Búsqueda de soportes empíricos.

	f. Llevar a cabo el plan de una investigación científica, midiendo y registrando evidencias con el apoyo de las TIC (Tecnologías de la Investigación y la Comunicación). g. Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.	4. Aplicación de la prueba: a. Diseño de la prueba. b. Aplicación de la prueba. c. Recopilación de datos. d. Inferencia de conclusiones
3. Procesar y analizar la evidencia.	h. Organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC. i. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares. j. Examinar los resultados de una investigación científica para plantear inferencias y conclusiones: determinando relaciones, tendencias y patrones de la variable en estudio y usando expresiones y operaciones matemáticas cuando sea pertinente; por ejemplo: Proporciones, porcentaje, escalas, unidades, notación científica, frecuencias y medidas de tendencia central (promedio, mediana y moda).	5. Aplicación de la prueba: a. Recopilación de datos. b. Inferencia de conclusiones.
4. Evaluar	k. Evaluar la investigación científica, con el fin de perfeccionarla, considerando: la validez y confiabilidad de los resultados, la replicabilidad de los procedimientos, las posibles aplicaciones tecnológicas y el desempeño personal y grupal.	6. Introducción de las conclusiones en la teoría: a. Confrontación de las conclusiones con las predicciones. b. Reajuste del modelo. c. Sugerencias para trabajos posteriores.
5. Comunicar	l. Comunicar y explicar conocimientos provenientes de investigaciones científicas, en forma oral y escrita, incluyendo tablas, gráficos, modelos y TIC.	7. Participación en ferias científicas (no forma parte del método de Mario Bunge).

5. Comunicar.	m. Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones.	

En la Tabla anterior se exponen los objetivos de aprendizaje relacionados con la promoción de habilidades de investigación, según las bases curriculares (MINEDUC, 2013), y su tentativa asociación a la propuesta de Bunge (2014). Las letras de los objetivos son las mismas que aparecen en el currículo.

3. Contexto

La secuencia se piloteó en 19 estudiantes de 3er año de Enseñanza Media (16 años). Los estudiantes forman parte del electivo de Biología, asignatura que han elegido libremente. El establecimiento es de un buen nivel académico, solo de varones. A continuación presentamos la planificación del docente y las actividades asociadas a la secuencia.

4. Planificación docente

Las actividades se enmarcan bajo un ciclo de aprendizaje constructivista (Jorba y Sanmartí, 1996), que van aumentando en complejidad y abstracción. Se plantean las siguientes actividades:

- Una actividad para la fase de exploración.
- Tres actividades para la fase de introducción.
- Una actividad para la fase de estructuración/sistematización.
- Una actividad para la fase de aplicación/transferencia.

En las Tablas 2 y 3 se presenta tanto la matriz de planificación de la secuencia como su adecuación al currículum de ciencias nacional.

Tabla 2: Planificación de la secuencia didáctica

Unidad Didáctica: Todos pueden investigar		
Contenido	Conceptual	La lógica de la investigación científica.
	Procedimental	Diseñar una investigación para resolver un problema.
	Actitudinal	Comprender y valorar la perseverancia, el rigor y el cumplimiento. Valorar el trabajo en equipo.
Objetivo General	Realizar una investigación utilizando la lógica del método científico.	
Objetivos Específicos	Comprender la lógica del método científico. Comprender, identificar y distinguir los siguientes conceptos: Problema, Hipótesis, Diseño experimental, Variables, Discusión y Conclusiones. Diseñar un proyecto científico. Ejecutar un proyecto científico.	
Aprendizajes esperados	Desarrollar una investigación utilizando la lógica de la investigación científica. Identificar, distinguir, valorar y evaluar los conceptos de: Problema, Hipótesis, Diseño experimental, Variables, Discusión y Conclusiones.	
Destinatarios:	Estudiantes de 17 a 18 años.	
Temporalidad:	4 Sesiones de 90 minutos cada una (la actividad de aplicación final, que es realizar una investigación, puede extenderse más).	
Materiales:	Fotocopias para cada estudiante o grupo, insumos de laboratorio y lápices. (Otros materiales dependerán del problema planteado por los/as estudiantes).	

Tabla 3: Organización de la secuencia según el ciclo de aprendizaje y los objetivos propios y asociados del currículo

Ciclo de Aprendizaje	Objetivos de Aprendizaje	Objetivos del Currículo (2013)	Actividades de la secuencia de Aprendizaje
Exploración	Identificar y distinguir los distintos elementos del método científico: problema, hipótesis, diseño experimental, variables, discusión y conclusiones.	a. Observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos. b. Identificar preguntas y/o problemas que puedan ser resueltos mediante una investigación científica. c. Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla, considerando: la validez y confiabilidad de los resultados, la replicabilidad de los procedimientos, las posibles aplicaciones tecnológicas y el desempeño personal y grupal.	AA1: Activando ideas.
Estructuración	Plantear problemas susceptibles de investigar.	d. Identificar preguntas y/o problemas que puedan ser resueltos mediante una investigación científica.	AA6: Planteando problemas.

Aplicación	Diseñar y realizar una investigación científica utilizando la lógica del método científico.	Objetivos a, d, f, g, h, j, l y m presentados en la Tabla 1.	AA7: Realizando una investigación.

5. Desarrollo de la unidad

A continuación se presentan cada una de las actividades.

5.1 ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN: ACTIVANDO IDEAS

ACTIVIDAD 1: Activando ideas. Cómo se investiga en ciencias.

La actividad propuesta tiene como insumo un video sobre el método científico, editado del video original sobre el método científico de la página *web* Brainpop (http://esp.brainpop.com).

- *Responde las siguientes preguntas antes y después de ver el video.*

Tabla 4. *Actividad 1*

	Antes de ver el video	Después de ver el video
1. ¿Para qué sirve el método científico?		
2. ¿Todos los investigadores lo utilizan?		
3. ¿Es una secuencia de pasos temporal?		
4. ¿Cuáles son sus elementos fundamentales?		
5. ¿Existe un único método para resolver problemas?		
6. Pon un ejemplo de algún problema que tengas, que podrías resolver utilizando el método científico		
Después de ver el video, responde: 7. ¿Qué idea cambiaste? ¿Esperabas que fuera así?		

5.2 ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN

ACTIVIDAD 2: Identificando elementos del método científico.

Vamos a simular que formas parte del comité de evaluación del Concurso de Ciencia Escolar. De los textos que se entregan a continuación, identifica, evalúa y valora la manera de tratar los siguientes elementos del método científico: Observaciones, problema o pregunta, hipótesis o respuesta a la pregunta, experimento realizado o diseño experimental, variables estudiadas y conclusiones. Te puede ayudar la siguiente Tabla:

Tabla 5. *Actividad 2*

	Identifico (está o no está, cuál es).	Evalúo (considero que es correcto o incorrecto).	Valoro (hago un comentario que puede ser positivo o negativo).
Observaciones.			
Problema o pregunta.			
Hipótesis o respuesta a la pregunta.			
Experimento realizado o diseño experimental.			
Variables estudiadas.			
Conclusiones.			

ACTIVIDAD 3: Evaluación de pares

Contrasta, en parejas, tus propias respuestas con las de tu compañero. Trata de llegar a un consenso con tu compañero y si los dos no son capaces de entender una cuestión, pregunta a otros compañeros o a tu profesor. Para finalizar el proceso vuelve a llenar la tabla (que es igual a la entregada en la actividad anterior), exponiendo claramente qué idea cambiaste con la interacción con tu compañero. En la siguiente tabla (Tabla 4), anota las cosas que cambiaron (o se enriquecieron) con la interacción con tu compañero, sino hay cambio déjalo en blanco

ACTIVIDAD 4: Recuperación de ideas

Completa la siguiente tabla, que es la misma de la primera actividad en la que vimos un video. Responde según tus propias convicciones (Se utiliza la Tabla 3).

- *Una vez terminadas las actividades anteriores responde:*

¿Crees que el método científico es una secuencia de pasos que ha de cumplirse siempre de manera secuencial en el tiempo o uno se podría saltar pasos o hacerlos en otro orden y luego ordenarlos?

5.3 ACTIVIDAD DE ESTRUCTURACIÓN

ACTIVIDAD 5: Planteando algunos problemas susceptibles de investigar

A partir de la lista de temas que se presenta a continuación, elabora preguntas o problemas que se puedan responder o resolver utilizando el método científico. Procura ser lo más específico posible.

¿No sabes que tema escoger para tu proyecto?

Aquí te presentamos algunas ideas que te pueden ayudar a seleccionar el tema de tu trabajo. Recuerda que lo más importante es que te interese el tema. Busca algo que siempre te haya despertado la curiosidad, algo que desees aprender o algo que te parezca simpático e importante.

1. **Alimentos:** ¿En cuáles alimentos se reproduce mejor un hongo? Sustancias que aceleran la maduración de las frutas. Sustancias naturales que sirven como preservativos de alimentos.
2. **Ambientales:** Investiga sobre la calidad del agua en tu comunidad, ya sea la que sale de la llave, la que venden embotellada o la de los ríos y lagos. ¿Hay derrumbes durante la época de lluvias? Investiga las distintas capas del suelo y su capacidad para absorber agua. ¿Se reportan muchos casos de asma y alergias en tu colegio? Realiza una investigación sobre el aire en tu colegio. Investiga la calidad de las arenas en las playas o ríos cercanos a tu casa. Investiga la vida en el ecosistema costero y cómo se ve afectado por los seres humanos y sus actividades.
3. **Animales e insectos:** Recuerda que los proyectos con animales vertebrados están estrictamente reglamentados, con el fin de protegerlos. Oriéntate con tu profesor de ciencias sobre estas reglas. Insecticidas naturales. El poleo (un arbusto) como repelente de insectos (pregunta a tu abuela, probablemente ella conozca algunos otros que puedas estudiar).
4. **Comportamiento animal:** Polinización animal: Anda al cerro e investiga las mariposas y las plantas que éstas visitan, esto es mejor hacerlo en primavera. Especies invasoras: Investiga sobre el efecto de las especies invasoras en las especies nativas de Chile (Abejas africanizadas, jabalíes, conejos son algunas especies introducidas en Chile). ¿Qué efecto tienen sobre nuestro medio ambiente? ¿O sobre otras especies de animales o plantas?
5. **Botánica:** Factores que afecten el crecimiento de una planta. (Terreno, agua, temperatura, luz, contaminantes), factores que afecten la germinación. Factores que aceleren la fotosíntesis.

6. **Actividades humanas y su efecto en las plantas:** Ejemplo: limpiar con detergentes, fumar cerca de plantas y fumigar.
7. **Reacciones de una especie a cambios ambientales.**
8. **Coevolución entre especies de plantas y animales que las polinizan.**
9. **Física:** Investiga la eficiencia de distintos lubricantes en máquinas simples, compara la fortaleza de distintas sustancias. Construye un circuito eléctrico, y muestra factores que los afecten. Investiga materiales que funcionen como aisladores de electricidad en la naturaleza. Construye un modelo de un juguete que se mueva o funcione con energía solar. Diseña un artefacto que, de alguna manera, sirva para economizar agua en el hogar. Investiga combustibles y sus propiedades, eficiencia, contaminantes, etc. Sonido y sus propiedades, su efecto en plantas y animales.
10. **Química:** El efecto de los rayos solares en distintas sustancias: Agua destilada, alimentos, tintas, pinturas, etc. Comparar el pH de champús, cremas de belleza, etc. Estudia catalizadores naturales. Investiga indicadores de acidez naturales, como el repollo. Detergentes naturales.

Si aún no te decides: Busca noticias en los periódicos, que de alguna manera te interesen. Con ellas trata de producir una pregunta que puedas investigar. Sé sencillo y específico, no escojas temas muy amplios. Otra forma de generar ideas es establecer relaciones de causa y efecto. Por ejemplo, pregúntate ¿qué efecto tiene un factor (la humedad, un cambio en temperatura, un aumento en la presión, etc.) en determinado fenómeno, como el crecimiento de una planta, la eficiencia de una máquina, la descomposición de un alimento o sustancia, etc.

El observar los anuncios comerciales también puede ser de ayuda. Muchos excelentes proyectos han surgido al comparar marcas comerciales o probar si lo que ofrece un producto realmente se cumple. Los vendedores que hacen promesas sobre los beneficios de sus productos, también han motivado a muchos estudiantes a realizar investigaciones.

Añade nuevas ideas o aspectos a otros trabajos investigativos y crea tu propio proyecto. Como ves, el cielo es el límite, hay infinidad de cosas que investigar.

IMPORTANTE: Piensa en que el tema que elijas sea posible desarrollarlo en el laboratorio del colegio. Piensa que el tiempo, espacio y recursos son limitados.

Recuerda, lo más importante es que des rienda suelta a tu creatividad. ¡Disfruta de tu investigación!

Fuente: Lista de temas textuales, con algunas pequeñas modificaciones de Pérez (2005).

5.4. ACTIVIDAD DE APLICACIÓN

ACTIVIDAD 6: Realizando una investigación

Ahora te animo a realizar una investigación en tu colegio, que pueda ser presentada en una feria científica escolar. Para esto debes utilizar los conceptos aprendidos sobre el método científico de las actividades anteriores. Te podrían servir las preguntas formuladas en la sesión anterior o puedes formular nuevas interrogantes. Es importante que recuerdes y utilices los conocimientos aprendidos y aplicados en las actividades anteriores.

6. Orientaciones para el docente y de ejecución en el aula

6.1 RECOMENDACIÓN GENERAL

Como recomendación general, es necesario que el docente tenga conocimientos sobre los elementos del método científico y de investigación en general, no sólo desde la perspectiva teórica sino más bien práctica. En este sentido es importante que el profesor haya tenido experiencia en investigación. Sin embargo, si no se posee experiencia en investigación, se sugiere al docente que quiera aplicar esta secuencia, que realice antes la secuencia completa con todas actividades. Mejor aún si las realiza con un grupo de tres o cuatro profesores que quieran aprender a investigar. El aprendizaje colaborativo hará más significativo sus aprendizajes.

6.2 ORIENTACIONES PARA LA ACTIVIDAD DE EXPLORACIÓN

ACTIVIDAD 1: Activando ideas. Cómo se investiga en ciencias

Para esta actividad se recomienda partir explicando que el objetivo de las experiencias, en último término, es aprender a investigar. A continuación, repartir a los estudiantes hojas impresas con las preguntas sobre el método científico. Es importante insistir en que respondan según sus propias ideas y convicciones, sin preguntarles a sus compañeros, ni mirando para el lado. Incluso si no saben la respuesta es mejor que lo expliciten escribiendo “no sé”. Luego se proyecta el video que está editado en la siguiente dirección: https://www.youtube.com/watch?v=MXj6FLrdJTs, ya que el original contiene algunos errores sobre la naturaleza de la ciencia:

a) Afirma que si muchos experimentos apoyan la hipótesis, ésta puede convertirse en teoría;

b) en ciencia, una teoría es cualquier hipótesis que se haya confirmado repetidamente por medio de pruebas experimentales; y,

c) una teoría que ha sido demostrada una y otra vez puede convertirse en ley.

Es recomendable probar antes los equipos, para corroborar la calidad de la imagen y del audio. También se recomienda ver el video dos veces, dado que es de corta duración (4 minutos con 15 segundos), preguntando a los estudiantes si quieren verlo nuevamente. Posteriormente, se pide a los alumnos que respondan las mismas preguntas que respondieron antes de ver el video. Nuevamente es importante que respondan según sus propias convicciones.

Finalmente el docente recoge las respuestas de los estudiantes y las lee, para tener una noción acerca de las ideas de los estudiantes sobre cómo se investiga en ciencias, útil para las actividades posteriores. Como recomendación general, no es bueno que el docente se refiera a las respuestas "correctas" a las preguntas. La idea es que los estudiantes vayan descubriendo, más que repitiendo, lo que se supone correcto. Incluso si los estudiantes preguntan expresamente: ¿Está bien? Habría que responder que lo importante es lo que ellos piensan sobre el tema en ese momento.

6.3 ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN

ACTIVIDAD 2: Identificando elementos del método científico

Al igual que en la Actividad 1 de estas orientaciones para el docente, es importante que los alumnos respondan según sus propias convicciones; entregar una guía con preguntas, explicar que la finalidad de la actividad es que usen los conocimientos adquiridos en la sesión anterior, tener impresos algunos resúmenes de investigaciones escolares, que se pueden extraer de los documentos de resúmenes que publica "Explora" todos los años (www.explora.cl) y que contienen los trabajos ganadores. Es importante elegir investigaciones que sean comprensibles para los estudiantes; a veces hay temas muy específicos, que requieren de un conocimiento previo que no necesariamente tienen los alumnos. Además, es deseable que los estudiantes elijan las investigaciones a evaluar. Puede ser necesario explicar qué significa identificar, valorar y evaluar. Ejemplificar es una buena estrategia para su explicación.

ACTIVIDAD 3: Evaluación de pares

Reparta la guía de trabajo. Dejar que los alumnos se agrupen en parejas, libremente. Si algún alumno queda solo, hacer grupos de a tres; pero en general se recomienda que los grupos sean de dos alumnos. El profesor debe insistir en que el trabajo sea de a dos. Explicar que el propósito es que discutan sobre lo que respondieron en la actividad anterior; y si fruto de la interacción, se dan cuenta de que cambiarían algo, lo registren.

ACTIVIDAD 4: Recuperación de ideas

Repartir la guía con las preguntas. Al igual que en actividades anteriores, se recomienda insistir a los alumnos en que respondan según sus propias convicciones e ideas. Esta actividad es, por esto, individual, para observar cómo van evolucionando las ideas de cada uno de los estudiantes. Dar el tiempo suficiente para que respondan con tranquilidad. Hay alumnos que terminan más rápido que otros, lo que no ha de llevar a apurar a los que demoran un poco más.

6.4 ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE ESTRUCTURACIÓN

ACTIVIDAD 5: Planteando problemas

Entregar una lista de posibles temas, de los cuales se puede plantear un problema. En esta actividad, es importantísimo que los problemas sean sugeridos por los estudiantes. El docente no ha de hacer por los alumnos lo que ellos mismos pueden hacer. A medida que van surgiendo ideas, el docente puede ir guiando sobre la profundidad y originalidad de la problemática escogida, si se tienen recursos para resolverla, y también sobre la importancia de desarrollar un marco teórico. Se puede hacer dos preguntas para guiar la actividad ¿Qué sé sobre el tema del cual estoy planteando un problema? Y luego, ¿qué se sabe del tema? Probablemente puede pasar toda una clase sin que se les ocurra nada. Es importante darles tiempo para que encuentren algo que sea cercano para ellos y que los motive y entusiasme para trabajar.

6.5 ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE APLICACIÓN

ACTIVIDAD 6: Realizando una investigación

Conecte esta actividad con la anterior. La idea es que sus estudiantes puedan hacer un diseño, al principio teórico y después práctico sobre la problemática que se plantearon en la sesión anterior. También puede ocurrir que al hacer el diseño la cambien, cuestión que es deseable y muy común en los trabajos de investigación. Darles tiempo para desarrollar el análisis. Sin embargo es importante presionarlos un poco con algunas entregas, de tal manera que vayan dando pasos. En las distintas etapas el profesor puede ir dando orientaciones para el avance en la investigación. Las entregas podrían ser las siguientes:

- Entrega del problema a trabajar.
- Entrega del marco teórico: ¿Qué se sabe del tema?
- Entrega del posible diseño experimental, objetivos e hipótesis.
- Entrega de los primeros resultados brutos (sin analizar).
- Entrega del escrito final.

- Entrega de un video de 4 minutos, donde expliquen su trabajo.

En todo el proceso, el profesor ha de ser un guía: Es importante animar a los alumnos a llegar a una investigación bien desarrollada. Para esto se sugiere poner la calificación al final.

7. Resultados de la implementación de la secuencia

7.1 SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE LOS ESTUDIANTES

Para dar cuenta de los resultados de la implementación de la secuencia, se consideraron las respuestas dadas por los estudiantes en la aplicación de las preguntas:

- ¿Para que sirve el método científico?, y
- ¿cuáles son sus elementos fundamentales?

Se realizó un análisis descriptivo, con el cual se elaboró una red sistémica para cada pregunta. Esté análisis tiene como finalidad evaluar los modelos explicativos de los estudiantes, los que fueron analizados en cuatro momentos: Dos al comienzo de la actividad (antes y después de ver un video), uno en medio de ésta y el último al final de la actividad. El análisis de las respuestas generó 7 categorías: 1) Resolver problemas, 2) Por qué ocurren las cosas, 3) Cómo ocurren las cosas, 4) Investigar, 5) Lo usan los científicos, 6) Explicar, 7) No sabe, ante la pregunta: ¿Para qué sirve el método científico? La categoría que estuvo presente en los cuatro momentos y experimentó una mayor alza fue: 1) Resolver problemas.

Para la segunda pregunta: ¿Cuáles son sus elementos fundamentales?, emergieron 9 categorías: 1) No sabe, 2) Observación, 3) Experimento, 4) Hipótesis, 5) Problema, 6) Desarrollo, 7) Conclusiones, 8) Variables y 9) Deducción. De éstas, tuvieron mayor preponderancia: 4) Hipótesis, 6) Desarrollo y 7) Conclusiones (Fig. 1).

Si conectamos las tres categorías más mencionadas, con respecto a los elementos del método, Hipótesis, Desarrollo y Conclusiones, éstas sugieren un entendimiento de los elementos del método relacionados entre sí y con una lógica, ya que la hipótesis contiene una respuesta a un problema, que en su desarrollo (experimentos y cruce con el marco teórico) se resuelve concluyendo. Esto es una posible explicación de cómo ven los alumnos la lógica del método.

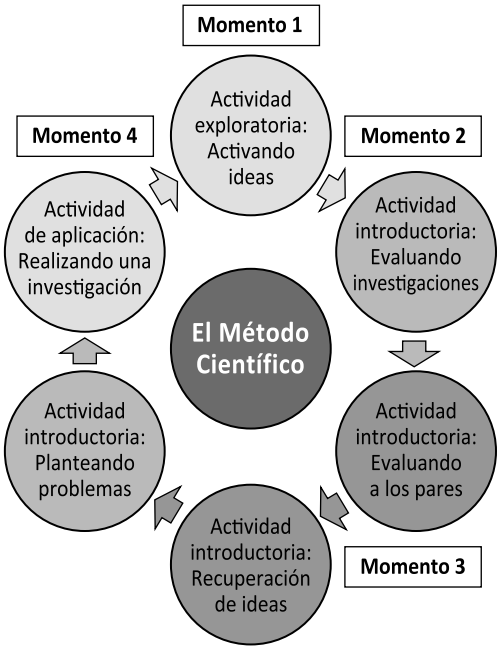


Figura 1. Visión global de las actividades de aprendizaje de la secuencia didáctica y momentos en los cuales se hacen las preguntas, de las cuales se extrae la información para evidenciar los cambios en los modelos de los estudiantes.

7.2 EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS CIENTÍFICOS ENVIADOS AL CONCURSO ESCOLAR

En Chile, la promoción de competencias para la valoración de la ciencia, la innovación y la tecnología, no sólo se restringe a contextos formales. Desde hace 20 años, la Comisión Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (CONICYT), a través de su programa para la difusión y divulgación de las ciencias a la ciudadanía, desarrolla una serie de actividades cada año. Entre éstas podemos encontrar los Concursos de Proyectos Escolares. A partir de la Tabla 1, se elaboró una pauta de revisión y comparación de los trabajos enviados a este concurso, para disponer de insumos para el diseño de nuestra secuencia. La pauta fue elaborada sobre 3 ejes fundamentales:

- La lógica del pensamiento científico,
- la formulación de la investigación, y
- su ejecución.

En la evaluación de los trabajos, tanto de Explora como de los alumnos que desarrollaron la secuencia, se evidencian problemas en la generación de un marco teórico con fuentes confiables y pertinentes, además en el planteamiento

de problemas científicos poco originales y poco profundos. Los resultados de los trabajos de Explora, los cuales fueron guiados por profesores de ciencia y en muchos casos por científicos profesionales, presentaron las mismas falencias de búsqueda bibliográfica y originalidad, se puede concluir que estas falencias no sólo las manifiestan los alumnos sino también los mismos profesores de ciencia.

8. Implicaciones para la práctica docente

En general, las actividades de la secuencia permitieron a los estudiantes realizar una investigación de nivel escolar. Sin embargo, dependerá de las condiciones de los estudiantes el grado de comprensión y profundidad que alcancen en el manejo de una investigación. A pesar de esto, las actividades mostraron un avance en su aprendizaje al aprender haciendo.

Cada uno pudo llegar a su máximo y nadie se quedó sin investigar. La decisión de hacer una secuencia sobre la lógica del pensamiento científico, para que los estudiantes logren hacer una investigación de manera abierta (indagación abierta), sitúa a los estudiantes en condiciones para desarrollar las competencias científicas, con más rapidez y profundidad que a través de contenidos disciplinares que muchas veces, para ellos, no tienen un significado; y en el tiempo en que se enfrentan a ellos, no son capaces de asimilar.

El realizar investigaciones escolares, a nuestro juicio, es la mejor manera de fomentar vocaciones científicas en los colegios.

Los resultados de la implementación de la secuencia fueron efectivos, en términos de aprendizaje de conceptos sobre el método científico (evolución de las ideas de los estudiantes) y de competencias científicas (evaluación de trabajos desarrollados por los estudiantes).

Referencias bibliográficas

Abd-el-Khalik, F., Bell, R. L. y Schwarz, R. S. (2002). Views of nature of science questionaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(6), 497-521.

Aravena, F. (2014). Ranking de colegios 2014. Los 100 mejores de la última década PSU. *Revista Qué Pasa Educación, Edición especial*.

Bell, R. L. y Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education, 87*(3), 352-377.

Bunge, M. (1967). Scientific research, vol. I y II. *New York, 1*(7).

Bunge, M. (1972). *Teoría y realidad*. Barcelona: Ariel.

Bunge, M. (1974). *Treatise on Basic Philosophy: Semantics I: Sense and Reference* (Vol. 1): Springer.

Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Barcelona: Ariel.

Bunge, M. (2000). *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*. Cuidad de México: Siglo XXI Editores.

Bunge, M. (2007). *A la caza de la realidad. La controversia sobre el realismo*. Barcelona: Gedisa.

Bunge, M. (2014). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Penguin Random House Grupo Editorial.

Colburn, A. (2008). An inquiry primer. *Readings in science methods K–8*, 33-36.

González1, C.; Martínez, M. T.; Martínez, C.; Cuevas, K., y Muñoz, L. (2009). La Educación Científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al

rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios pedagógicos (Valdivia), 35*(1), 63-78.

Hodson, D. (1986a). The nature of scientific observation. *School Science Review, 68*(242), 17-29.

Hodson, D. (1986b). Philosophy of science and science education. *Journal of Philosophy of Education, 20*(2), 215-225.

Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review, 71*(256), 33-40.

Izquierdo, M.; Sanmarti, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experiementales. *Enseñanza de las ciencias, 17*(1), 45-59.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry: Exploring the Many Types of Inquiry in the Science Classroom. *Science Teacher, 69*(2), 34-37.

McComas, W. (1996). Ten myths of science: Reexamining what we think we know about the nature of science. *School Science Mathematics, 96*(1), 10-16.

McComas, W. (2001). Experimental science learning and participants' understanding of the nature of science. In D. Psillos, Kariotoglou, P. , Tselfes, V. , Bisdikian, G. , Fassoulopoulos, G. , Hatzikraniotis, E. , Kallery, M. (Ed.), *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society, Vol. 2* (pp. 548-550). Thessaloniki, Greece: Aristotle University of Thessaloniki-

Millar, R. (1998). Students' understanding of the procedures of scientific enquiry. In A. Tiberghien, Jossem, E. , Barojas, J. (Ed.), *Connecting research in physics education* (pp. 1-10). Ohio: ICPE Books.

Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education, 28*(13), 1499-1522.

Millar, R. M.; Leach, J.; Osborne, J.; Ratcliffe, M.; Hames, V.; Hind, A. y Duschl, R. (2002). Towards evidence-based pratice in science education. *School Science Review, 84*(307), 19-20.

Pérez, A. (2005). Ideas para desarrollar el tema de investigación. Recuperado el 1 de agosto de 2005, de www.superchicos.net/temasdeinvestigacion.htm

Puig, N. S.; Aymerich, M. I. y Blanch, M. E. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 17*(1), 45-60.

Sanmartí, N. e Izquierdo, M. (1997). Reflexiones en torno a un Modelo de Ciencia Escolar. *Investigación en la Escuela*(32), 51-62.

Vergara, C. y Cofré, H. (2012). La indagacion científica: un concepto esquivo pero necesario. *Revista chilena de educación científica, 11*(1), 30-38.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science education, 87*(1), 112-143.

Windschitl, M. y Thompson, J. (2006). Tanscending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal, 43*(4), 783-835.

Windschitl, M.; Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education, 92*(5), 941-967.

Zion, M.; Slezak, M.; Shapira, D.; Link, E.; Bashan, N.; Brumer, M. y Agrest, B. (2004). Dynamic, open inquiry in biology learning. *Science Education, 88*(5), 728-753.

Los autores

Andrés Amenábar Figueroa. Licenciado en Biología de la Pontificia Universidad Católica de Chile, profesor de Ciencias Naturales y Biología, y Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Ha participado en diversas ferias científicas escolares, motivando a sus alumnos a hacer investigaciones. Actualmente se desempeña como profesor de ciencias naturales en el Colegio Cordillera, séptimo básico, tercero y cuarto medio. Email: *andresaaf@gmail.com*

María Verónica Astroza Ibáñez. Profesora de Ciencias Naturales y Biología, Magíster en Educación, mención en Diseño Instruccional por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Académica del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la misma universidad. Especialista en Educación Tecnológica, PUC – Alecop – Mondragón. País Vasco. Co-investigadora del Laboratorio GRECIA. E-mail: *mastroza@uc.cl*

Rocío Guadalupe Balderas Robledo. Estudió la licenciatura de Matemáticas en la Universidad Autónoma de Nuevo León (México) y realizó la maestría en Investigaciones Educativas en el Departamento de Investigaciones Educativas (Sede Sur) y la Unidad Monterrey ambas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav). Es autora de libros de texto de matemáticas para segundo y tercero de secundaria. Actualmente es auxiliar de investigación en el Cinvestav Unidad Monterrey. Sus intereses de investigación se centran en la didáctica de las matemáticas y las ciencias en educación básica, y la relación entre éstas. E-mail: *rbalderas@cinvestav.mx*

José Luis Blancas Hernández. Es Licenciado en Pedagogía por la Universidad Pedagógica Nacional y Maestro en Ciencias con especialidad en investigaciones educativas por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Actualmente labora en la Dirección de Evaluación de Contenidos y Métodos Educativos del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, México. Sus líneas de trabajo son: pensamiento y práctica docente, diseño y desarrollo curricular en ciencias, uso de tecnologías en la enseñanza, entre otros. E-mail: *jblancas@inee.edu.mx*

Diego Caraballo. Doctor en Biología y Profesor en Enseñanza Media y Superior en Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Investigador en el grupo de Genética Evolutiva del Instituto de Fisiología y Biología Molecular y Neurociencias de la misma Facultad. En el campo de la educación se desempeñó como

docente auxiliar en materias de la licenciatura y del profesorado en Biología de la UBA y como educador en el Bachillerato Popular Ñanderoga en la provincia de Buenos Aires, entre otros. Ha publicado artículos de investigación en revistas internacionales y nacionales, y es coautor de libros de formación docente. E-mail: *diego7caraballo@gmail.com*

Ricardo de la Fuente Olivares. Profesor de Ciencias Naturales y Biología, Licenciado en Ciencias de la Educación. Magíster en Gestión de Centros Educativos, Universidad Alberto Hurtado (UAH). Magíster en Educación, mención Evaluación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Académico del Departamento de Didáctica, Facultad de Educación, PUC. Diplomado en currículum y evaluación. Universidad Complutense de Madrid-FIDE. Santiago, Chile. Co-investigador del Laboratorio GRECIA. E-mail: *odela@uc.cl*

Martín Dodes Traian. Doctor en Química e Investigador en el grupo de Biofisicoquímica y Bioinformática Estructural del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. En el campo de la educación se desempeñó como docente en materias de grado y posgrado de las licenciaturas en Química y Biología, y como educador en apoyo escolar en el Barrio Mugica en la Ciudad de Buenos Aires. Ha publicado artículos de investigación en revistas internacionales. E-mail: *martindodes@yahoo.com.ar*

Alejandra García Franco. Ingeniera Química por la UNAM e hizo la maestría y el doctorado en Pedagogía en la misma Universidad. Actualmente es profesora investigadora en la Universidad Autónoma Metropolitana – Cuajimalpa. Ha trabajado más de diez años haciendo investigación sobre procesos de aprendizaje en química, educación intercultural, y modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales. Disfruta trabajar directamente con los docentes en la transformación de su práctica. E-mail: *agarcia@correo.cua.uam.mx*

José Baltazar García Horta. Licenciado en Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó una maestría en administración educativa y el doctorado en educación por Universidad de Leeds en Inglaterra. Trabajó en la Secretaría de Educación Pública en diversas labores. Actualmente es profesor-investigador en la Facultad de Trabajo Social de la Universidad Autónoma de Nuevo León. E-mail: *jose.garciaht@uanl.edu.mx*

Alma Adrianna Gómez Galindo. Bióloga Marina, Profesora de Educación Pre-escolar. Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Profesora e investigadora en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Monterrey. Sus líneas de investigación, con enfoque cualitativo, se centran en enseñanza–aprendizaje de la biología, procesos de modelización, uso de representaciones y analogías y diseño y análisis de actividades de innovación. E-mail: *adriannagomez@yahoo.com*

María Teresa Guerra Ramos. Psicóloga, Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó estudios de maestría y doctorado en educación científica en el Centro de Estudios en Educación Científica y Matemática (CSSME) de la Universidad de Leeds, en Inglaterra. Actualmente es profesora-investigadora en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Monterrey. E-mail: *tguerra@cinvestav.mx*

Marcos Imberti. Doctor en Biología y Profesor en Enseñanza Media y Superior en Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Como educador se desempeñó como docente auxiliar en materias de la licenciatura de Ciencias Biológicas de la Universidad Favaloro, como profesor en el Bachillerato Popular Simón Rodríguez en la provincia de Buenos Aires, y también en educación media en la Ciudad de Buenos Aires. Ha sido coautor de artículos de investigación en revistas internacionales y nacionales. E-mail: *marcosimberti@hotmail.com*

Carol Joglar Campos. Licenciada en Biología**.** Magíster en Educación, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil. Doctora en Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Académica del Departamento de Biología de la Universidad de Santiago de Chile. E-mail: *caroljoglar@outlook.com*

Catalina Lorenzo Tapia. Alumna de tercer año de Pedagogía General Básica en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ayudante del Equipo de Ciencias Naturales, Departamento de Didáctica, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. E-mail: *cnlorenzo@uc.cl*

Elsa Meinardi. Doctora en Biología de la Universidad de Buenos Aires y Diploma Superior en Ciencias Sociales con mención en Constructivismo y Educación (FLACSO), Argentina. Docente e Investigadora del Instituto de Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, Coordina el Grupo de Didáctica de la Biología y es Profesora de Didáctica en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Ha publicado libros de formación docente y artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales y es miembro de comités evaluadores y científicos de revistas. E-mail: *emeinardi@gmail.com*

Cristián Merino Rubilar. Profesor de Química y Ciencias Naturales y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Académico e investigador en Enseñanza de la Química en el Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). Sus intereses de investigación se centran en la caracterización de la actividad química escolar para el desarrollo y análisis de actividades de innovación que favorezcan la construcción de explicaciones científicas escolares. Email: *cristian.merino@ucv.cl*

Waldo Quiroz Venegas. Doctor en Ciencias con mención en Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Académico del instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso desde el año 2006. Docente de los cursos de Epistemología de la Ciencia de pre y post-grado en la PUCV. Ha desarrollado sus actividades de investigación en el área de la Química Analítica y Ambiental. Autor del libro “Naturaleza de la ciencia para todos”. Email: *waldo.quiroz@ucv.cl*

Yei Jazmín Rentería Guzmán. Estudió la licenciatura de Biología en la Universidad de Guadalajara (México) y realizó la maestría en Ciencias Ambientales en el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Actualmente es auxiliar de investigación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) Unidad Monterrey.

Sus intereses de investigación se centran en la Didáctica de la Biología, la enseñanza de las ciencias en educación básica así como la formación en temas medio ambientales. E-mail: *yrenteria@cinvestav.mx*

Mario Quintanilla Gatica. Licenciado en Educación en Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile. Magíster en Educación, Universidad de Chile. Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona, España. Profesor e Investigador de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sus líneas de investigación con enfoque cualitativo son las Competencias de Pensamiento Científico, Lenguaje y Comunicación en el aula de Ciencias; Historia de la Ciencia y formación del profesorado. Fundador y Director del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GRECIA). E-mail: *mariorqg@gmail.com*

Núria Solsona Pairó. Química Master en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Doctora en Ciencias de la Educación. Universidad Autónoma de Barcelona (España). Autora de numerosos artículos y de publicaciones, como Mujeres científicas de todos los tiempos, La química de la cocina, Los saberes científicos de las mujeres, Análisis comparativo de intervenciones formativas sobre el cambio químico, Diálogos con recetas alquímicas, Una educación química que promueva el interés de chicas y chicos, entre otros. E-mail: *nsolsona@xtec.cat*

Jorge Sztrajman. Doctor en Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Profesor Titular e investigador en el Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Fue director de la Oficina de Ciencia y Técnica de esa unidad académica. Es autor de numerosos libros para la educación en los niveles primario, secundario, universitario, de formación docente y ha publicado artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales. Actualmente es director de proyectos de investigación y tesistas doctorales y de maestría en enseñanza de la física. E-mail: *jsztraj@gmail.com*

José de la Cruz Torres Frías. Estudió Ciencias de la Educación en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Realizó estudios de maestría en investigación educativa en la Universidad de Guanajuato y Doctorado en Educación en la Universidad de Guadalajara. Actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Unidad Monterrey. Sus intereses de investigación abordan la formación para la investigación en educación superior y la formación de profesores para la enseñanza de las ciencias. E-mail: *cruzfrias@gmail.com*

Un análisis debidamente justificado y sistematizado de la situación actual en el terreno de la educación científica en América Latina, pone en evidencia cuestiones críticas sobre la necesidad de desarrollar modelos de formación de jóvenes, niños y niñas, que logren calidad, tanto de conocimientos sobre ciencia como de actitudes científicas, potenciando sus estrategias y habilidades. Para ello, se requiere 'adoptar' curricular y culturalmente una noción de enseñanza de las ciencias centrada en el alumnado y su actividad, debido a que el conocimiento científico es ahora imprescindible para los pueblos que quieren participar en proyectos de desarrollo. En este contexto, hemos pensado razonablemente en colaborar por medio de este libro, renovando y potenciando una mirada interesante y prometedora, el trabajo por proyectos, en el que deviene como aspecto central la participación del alumnado en la construcción de su conocimiento científico escolar.

La nueva finalidad de la enseñanza de las Ciencias Naturales es proporcionar una cultura científica a sectores de la población que no han podido acceder, hasta ahora, a una enseñanza de calidad. Eso requiere un nuevo profesional docente y reclama, entre otras dimensiones, innovar en la toma de decisiones del aula cuando se ha de aprender a 'pensar con teoría' los hechos del mundo, a tomar decisiones y a colaborar. Los nuevos profesores han de permitir al alumnado seleccionar retos, construir procedimientos y definir estrategias de solución a problemas o situaciones de su interés, así como a desafíos científicos definidos desde la comunidad escolar; han de tener una actitud abierta a la indagación construida desde el aula, considerando la diversidad cultural, de género, de habilidades y de intereses presentes. Pensamos que este libro puede contribuir a la reflexión sobre esta forma de acercarse al aprendizaje de la ciencia, en una tarea que no comienza ni termina en el aula. (AGMQ).

ISBN: 978-956-362-061-0
9 789563 620610

BellaTerra
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia